

MASARYKOVA UNIVERZITA

PEDAGOGICKÁ FAKULTA



Modelování fyzikálních jevů ve sportu

Rigorózní práce

Brno 2010

Autor práce: Mgr. Jan Válek

Bibliografický záznam

VÁLEK, Jan. *Modelování fyzikálních jevů ve sportu: rigorózní práce*. Brno : Masarykova univerzita, Fakulta pedagogická, 2010.170 l., 4 l. příl.

Anotace

Předmětem rigorózní práce je vytvoření modelů fyzikálních jevů ve vybraných sportech.

V úvodní části práce je podán základní pedagogický pohled na problematiku používání počítačů, počítačových programů a vybraných měřících zařízení ve výuce. V další kapitole jsou popsány použité funkce pro vytvoření požadovaných modelů. Hlavní částí práce je kapitola Fyzika ve sportu, která se zabývá teoretickým výkladem modelovaných jevů včetně početních příkladů. Tento je následně zapracován do zdrojového kódu modelů.

Výstupem práce jsou obrázky s modelovanými jevy použitelné ve výuce na základních nebo středních školách.

Annotation

The subject of the rigorous thesis is the creation of the models of the physical phenomena in selected sports.

In the introductory part the basic pedagogical view on the problems with the use of computers, computer programs and selected measuring devices in education is given. The next chapter describes used functions for creation of required models. The main part of the thesis is the chapter called Physics in the sport which deals with the theoretical interpretation of the modelled phenomena including numerical examples. That is then incorporated into the model source code.

The output of the thesis are pictures of modelled phenomena applicable in the teaching at primary or secondary schools.

Klíčová slova

fyzikální modelování, web, sport, cyklistika, golfový míček, parašutismus

Keywords

Physical model, web, sport, cycling, golf ball, parachuting

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem rigorózní práci zpracoval samostatně a použil jen prameny uvedené v seznamu literatury.

Souhlasím, aby práce byla uložena na Masarykově univerzitě v knihovně Pedagogické fakulty a zpřístupněna ke studijním účelům

V Brně dne 25. února 2010

Mgr. Jan Válek

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval PaedDr. Janě Škrabánkové, Ph.D. za velmi vstřícný přístup k celé této práci, prof. RNDr. Vladislavu Navrátilovi, CSc. a doc. RNDr. Petru Sládkovi, CSc. za cenné rady a konzultace. Za pomoc při softwarovém a technickém řešení problémů bych chtěl poděkovat Jiřímu Riedlovi a vedení Základní školy T. G. Masaryka Jihlava za poskytnutí prostoru pro hostování stránek v testovacím období.

Obsah

OBSAH	5
1 AUTOREFERÁT RIGORÓZNÍ PRÁCE	9
1.1 CÍLE PRÁCE	9
1.2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	10
1.3 SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ	11
1.4 PŘÍNOSY PRÁCE	11
1.4.1 Vlastní přínos práce	11
1.4.2 Teoretické přínosy práce	12
1.4.3 Praktické přínosy práce	12
1.5 RESUMÉ	13
1.6 SUMMARY	13
2 ÚVOD	14
2.1 FYZIKA KOLEM NÁS	15
3 POUŽITÍ POČÍTAČE A POHLED PEDAGOGIKY	16
3.1 VÝUKA PODPOROVANÁ POČÍTAČEM	16
3.2 VZDĚLÁVÁNÍ PRO PRÁCI S INFORMAČNÍ A KOMUNIKAČNÍ TECHNIKOU	19
3.3 PODPORA VZDĚLÁVÁNÍ POMOCÍ ICT	20
3.4 ICT VE FYZICE	21
3.4.1 Dynamické modelování ve fyzice	23
3.4.1.1 Famulus	25
3.4.1.2 Modellus	26
3.4.2 Experimentální systémy ve fyzice ve spojitosti s ICT	27
3.4.2.1 Systém ISES	27
3.4.2.2 Systém PASCO	28
3.4.2.3 Systém Vernier LabQuest	31
3.4.2.4 IP COACH	33
4 PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ PRO MODELOVÁNÍ	34
4.1 SICYON	34
4.2 TABULKOVÝ PROCESOR	35
4.3 PHP - HYPERTEXT PREPROCESSOR	37
4.3.1 Tvorba obrázků v PHP	39
4.3.1.1 Před začátkem práce s obrázkou	41
4.3.1.1.1 GIF - Graphics Interchange Format	41
4.3.1.1.2 PNG - Portable Network Graphics	42
4.3.1.1.3 JPEG - Joint Photographic Experts Group	42
4.3.1.2 Souřadnicový systém obrázku	43
4.3.1.3 Nastavení parametrů obrázku	43
4.3.1.4 Vytvoření obrázku	44
4.3.1.5 Nastavení barev	45
4.3.1.6 Zbarvení pozadí obrázku	45
4.3.1.7 Nakreslení jednoho bodu	46
4.3.1.8 Tloušťka čar	46

4.3.1.9	Kreslení čar	47
4.3.1.10	Kreslení mnohoúhelníků	47
4.3.1.11	Kreslení elips a kružnic	48
4.3.1.12	Psaní textu do obrázku	49
4.3.1.12.1	S použitím základního vestavěného fontu.....	49
4.3.1.12.2	S použitím volitelného True Type fontu	50
4.3.1.13	Zakončení práce s obrázkem.....	51
4.3.2	<i>Tvorba obrázků pomocí SVG</i>	52
4.4	INTERNET	53
5	FYZIKA VE SPORTU	54
5.1	JÍZDNÍ KOLO	54
5.1.1	<i>Cyklistika z pohledu sportovce</i>	56
5.1.1.1	Základní názvosloví	56
5.1.1.2	Kadence.....	56
5.1.1.2.1	Určení kadence	57
5.1.1.3	Technika šlapání do pedálů.....	58
5.1.2	<i>Cyklistika z pohledu technika</i>	60
5.1.2.1	Průměr roztečné kružnice ozubeného kola.....	60
5.1.3	<i>Cyklistika z pohledu fyzika</i>	61
5.1.3.1	Pohyb jízdního kola	67
5.1.3.2	Příklady z cyklistiky.....	69
5.1.3.2.1	Příklad 1	69
5.1.3.2.1.1	Zadání.....	69
5.1.3.2.1.2	Řešení.....	69
5.1.3.2.2	Příklad 2	72
5.1.3.2.2.1	Zadání.....	72
5.1.3.2.2.2	Řešení	72
5.1.3.2.3	Příklad 3	76
5.1.3.2.3.1	Zadání.....	76
5.1.3.2.3.2	Řešení.....	77
5.1.4	<i>Cyklistika z pohledu informatika</i>	80
5.1.4.1	Základní nastavení a vytvořené funkce pro vykreslování dat.....	81
5.1.4.1.1	Vstupní hodnoty.....	81
5.1.4.1.2	Základní nastavení a vytvoření obrázku	83
5.1.4.1.3	Funkce „ramecek“.....	84
5.1.4.1.4	Funkce „pastorek“.....	85
5.1.4.1.5	Funkce „kolo“.....	86
5.1.4.1.6	Funkce „retez“.....	87
5.1.4.1.7	Funkce „klika“.....	88
5.1.4.1.8	Funkce „bicykl“.....	89
5.1.4.1.9	Funkce „clovek“	91
5.1.4.1.10	Funkce „sila“	93
5.1.4.1.11	Funkce „rameno“	94
5.1.4.1.12	Funkce „legenda“.....	95
5.1.4.1.13	Funkce „naklon“	97
5.1.4.1.14	Funkce „ozubene_kolo“	98
5.1.5	<i>Fyzikální modelování</i>	101
5.1.5.1	Model: Volba převodu podle stoupání kopce.....	101
5.1.5.2	Model: Převod bicyklu, rychlost cyklisty po rovině.....	103
5.1.6	<i>Shrnutí</i>	105

5.2	GOLFOVÝ MÍČEK.....	106
5.2.1	<i>Golf z pohledu sportovce</i>	107
5.2.1.1	Výňatek z pravidel golfu.....	107
5.2.1.2	Handicapový systém.....	107
5.2.1.3	Základní názvosloví.....	108
5.2.1.4	Švih.....	110
5.2.2	<i>Golf z pohledu fyzika</i>	111
5.2.2.1	Odporová síla prostředí.....	111
5.2.2.1.1	Odporová síla prostředí - laminární proudění - Stokes.....	111
5.2.2.1.2	Odporová síla prostředí - turbulentní proudění – Newton.....	113
5.2.2.2	Šikmý vrh.....	115
5.2.2.2.1	Dolet tělesa.....	117
5.2.2.2.2	Maximální výška výstupu tělesa.....	118
5.2.2.3	Šikmý vrh v odporovém prostředí.....	119
5.2.2.3.1	Příprava na modelování jevu.....	119
5.2.2.3.2	Pohyb v ose Y.....	121
5.2.2.3.3	Pohyb v ose X.....	122
5.2.2.4	Magnusův jev.....	123
5.2.2.4.1	Příklad.....	124
5.2.2.5	Příklad z golfu.....	125
5.2.2.5.1	Příklad 1.....	125
5.2.2.5.1.1	Zadání.....	125
5.2.2.5.1.2	Řešení.....	125
5.2.3	<i>Golf z pohledu informatika</i>	127
5.2.4	<i>Fyzikální modelování</i>	129
5.2.4.1	Model: Let (golfového) míčku v odporovém prostředí s odrazem.....	129
5.2.4.2	Model: Let (golfového) míčku v odporovém prostředí – dolet míče v závislosti na elevačním úhlu.....	130
5.2.4.3	Model: Let (golfového) míče v odporovém prostředí - dolet v závislosti na rotaci míče.....	132
5.2.5	<i>Shrnutí</i>	133
5.3	PARAŠUTISTA.....	134
5.3.1	<i>Parašutismus z pohledu sportovce</i>	135
5.3.1.1	Tandemový seskok.....	135
5.3.1.2	IAFF.....	136
5.3.1.3	AFF - Accelerated Freefall Training - Zrychlený výcvik volného pádu.....	136
5.3.1.4	Základní parašutistický výcvik na padáku typu křídlo.....	136
5.3.1.5	Slovník základních pojmů.....	137
5.3.2	<i>Parašutismus z pohledu fyzika</i>	138
5.3.2.1	Odporová síla prostředí.....	138
5.3.2.2	Volný pád.....	138
5.3.2.3	Volný pád parašutisty ve vzduchu.....	139
5.3.2.3.1	Kritická rychlost při pádu parašutisty ve vzduchu.....	139
5.3.2.3.2	Volný pád parašutisty ve vzduchu – seskok z nehybného balónu.....	141
5.3.2.3.3	Volný pád parašutisty ve vzduchu – seskok z letícího letadla.....	141
5.3.2.4	Příklad z parašutismu.....	142
5.3.2.4.1	Příklad 1.....	142
5.3.2.4.1.1	Zadání.....	142
5.3.2.4.1.2	Řešení.....	142
5.3.3	<i>Parašutismus z pohledu informatika</i>	144
5.3.3.1	Volný pád parašutisty se zavřeným/otevřeným padákem - výskok z balónu.....	145
5.3.3.2	Volný pád parašutisty se zavřeným/otevřeným padákem - výskok z letícího letadla.....	146

5.3.4	<i>Fyzikální modelování</i>	147
5.3.4.1	Model: Volný pád parašutisty se zavřeným/otevřeným padákem - výskok z balónu.....	147
5.3.4.2	Model: Volný pád parašutisty se zavřeným/otevřeným padákem - výskok z letícího letadla.....	148
5.3.4.3	Model: Volný pád parašutisty se změnou svého tvaru - výskok z balónu.....	149
5.3.4.4	Model: Volný pád parašutisty se změnou obsahu padáku - výskok z balónu.....	150
5.3.4.5	Model: Volný pád parašutisty se zavřeným/otevřeným padákem - z balónu, závislost vKRIT na hustotě vzduchu a nadmoř. výšce.....	152
5.3.5	<i>Shrnutí</i>	153
6	OVLÁDÁNÍ ON-LINE ROZHRAŇÍ	154
7	ZÁVĚR	156
7.1	PŘÍMÉ ZKUŠENOSTI S NASAZENÍM PREZENTOVANÝCH MODELŮ DO VÝUKY.....	156
7.2	SHRUTÍ VÝSLEDKŮ.....	157
7.3	PŘÍNOSY PRÁCE.....	159
7.3.1	<i>Teoretické přínosy práce</i>	159
7.3.2	<i>Praktické přínosy práce</i>	159
8	RESUMÉ	160
9	SUMMARY	161
10	POUŽITÉ ZDROJE	162
10.1	LITERATURA.....	162
10.2	ELEKTRONICKÉ ZDROJE.....	167
11	SEZNAM PŘÍLOH	170

1 Autoreferát rigorózní práce

Pomocí technologie PHP lze rychle a efektivně získávat výsledky, které jsou nejčastěji prezentovány na internetu. Jediným předpokladem používání takto vytvořených modelů je webový prohlížeč a znalost adresy serveru s modely modelace.ic.cz. Následné jednoduché vyplnění buněk podle požadovaných parametrů z reálného života.

1.1 Cíle práce

Rigorózní práce *Modelování fyzikálních jevů ve sportu* spojuje teoretické vědomosti a praktické dovednosti z oblasti tvorby dynamických modelů ve fyzice. Práce reflektuje současné trendy ve vzdělávání a nabízí návod, jak si může každý uživatel vytvořit vlastní modely nebo upravit již vytvořené a prezentované v této práci. Cíle práce jsou proto rozděleny do dvou kategorií.

Hlavní cíle práce:

- vytvoření fyzikálních modelů jevů ve vybraných sportech
- umístění fyzikálních modelů na veřejně přístupný web

Dílčí cíle práce:

- vytvoření mezipředmětových vazeb fyziky s předmětem zaměřeným na práci s počítačem, technickými pracemi, zeměpisem
- sumarizace jednotlivých podkladů a teorie k vytvoření libovolných fyzikálních modelů pomocí PHP
- vytvoření podpůrných příkladů k demonstrování teorie

1.2 Současný stav řešené problematiky

Obdobným tématem, jaké zpracovávám v této rigorózní práci, se v České republice intenzivně zabývá O. Lepil (Univerzita Palackého v Olomouci) (Lepil, 1996a), (Lepil, 1996b), (Lepil, 1996c), (Lepil, 2001), (Lepil, 2004), (Lepil, 2007), který se věnuje modelování úloh z mechaniky, kmitů a elektřiny ovšem s použitím programu české výroby Famulus. L. Dvořák (Univerzita Karlova v Praze) (Dvořák, 1992a), (Dvořák, 1992b), (Dvořák, 1992c), který s kolegy vytvořil program Famulus, se tématem zabývá téměř po celou dobu své profesní dráhy. Dalšími, kteří se zabývají modelováním fyzikálních jevů, je P. Šedivý (Gymnázium J. K. Tyla v Hradci Králové) (Polák, 2002), (Šedivý, 1999), (Volf, 1995), který do modelování začlenil i tabulkový procesor. M. Kynický (Gymnázium Strakonice) (Kynický, 2009) přeložil do českého jazyka modelovací program Modellus.

Také v zahraničí se lze setkat s problematikou modelování fyzikálních jevů. Frank Potter a Charles W. Peck (Potter, 1989) vydali publikaci, ve které nabízí základní kurz pro vstup do této problematiky. Práce byla zaměřena na používání tabulkového procesoru. Dalším ze zahraničních autorů je Vitor Duarte Teodoro (Teodoro, 2002) z Portugalska. Ve své disertační práci se věnuje modelování fyzikálních jevů s použitím programu Modellus.

Právě program Modellus je v zahraničí velmi často používán pro velkou škálu nabízených prostředků ke zkoumání fyzikálních jevů a dějů.

Jak jsem již uvedl, samotný problém tvorby fyzikálních modelů v PHP se v České republice ani v zahraničí podle dostupných zdrojů nikdo jiný dosud nepublikoval.

1.3 Shrnutí výsledků

V rigorózní práci s názvem *Modelování fyzikálních jevů ve sportu* jsem předložil modely, které mohou používat učitelé v různých fázích vyučovací jednotky během výuky, ale i žáci při domácí přípravě. Zpracoval jsem vzorové příklady, které vytvářejí mezipředmětové vazby.

Dále uvádím základní výčet možných aplikací, ve kterých lze provádět modelování fyzikálních jevů a dějů, rozbor obrázků a videa.

Vytvoření fyzikálních modelů pomocí PHP. Z dostupných informací usuzuji, že takto vytvářené fyzikální modely nejsou v současnosti v České republice ani v zahraničí nikým publikovány.

Modely jsou umístěny na internetu a jsou veřejně přístupné na adrese modelace.ic.cz.

1.4 Přínosy práce

1.4.1 Vlastní přínos práce

Vytvořené modely a poskytnutá teorie nabízí snadný způsob, jak aplikovat znalosti z fyziky na volnočasové aktivity, jakými je sport.

Práce nabízí netradiční propojení PHP a fyziky. Svojí jednoduchostí a dostupností se tato vazba jeví jako perspektivní do budoucnosti a je vhodná pro další rozvoj.

Vzhledem k tomu, že se obdobnou tematikou v České republice nikdo nezabývá, lze tuto rigorózní práci považovat jako úvodní příručku (základní vstupní manuál).

1.4.2 Teoretické přínosy práce

- Možnost uplatnění obsahu teoretické části v práci učitelů na základní a střední škole
- Možnost uplatnění obsahu teoretické části nadanými studenty na základní a střední škole
- Vytváření a prohlubování mezipředmětových vazeb fyziky a ostatních předmětů
- Probouzení zájmu žáků o sport hledáním informací, které lze doplnit do modelů - naplňování klíčové kompetence k řešení problémů

1.4.3 Praktické přínosy práce

- Vytvoření modelů fyzikálních jevů ve sportu, které jsou dostupné na veřejném webu modelace.ic.cz
- Zjednodušená dokumentace vybraných funkcí PHP s praktickou ukázkou použití
- Vytvoření přehledného fyzikálního pozadí nabízených modelů
- Rozvoj žáků při práci s novými informacemi zpracovatelnými v počítači
- Získání jasné představy žáků o závislosti vybraných fyzikálních veličin na jiných
- Dovednost žáků objasnit jednotlivé situace prezentované modely
- Dovednost žáků porovnat změny průběhů dějů podle vstupních parametrů
- Aktivizace výuky fyziky
- Nezávislost modelů na platformě
- Krátký čas pro získání výsledku

1.5 Resumé

Rigorózní práce sleduje současné trendy ve vzdělávání na základních a středních školách. Nabízí učitelům on-line pracující modely vhodné pro zařazení do výuky. Hlavní předností těchto modelů, je nezávislost na platformě počítače, nepřetržitá dostupnost a možnost uložení obrázku do počítače.

Vytvořené modely jsou umístěny na internetu na veřejně přístupné adrese modelace.ic.cz.

Dalším prvkem pro aktivizaci výuky jsou řešené početní příklady ke každému zpracovanému sportovnímu odvětví.

V příloze práce (CD-ROM) jsou poskytnuty kompletní zdrojové kódy všech modelů včetně volně šiřitelného WAMP Serveru pro spuštění PHP prezentací.

1.6 Summary

The rigorous thesis study current trends in education at primary and secondary schools. Offering on-line working models suitable for inclusion into the teaching process to teachers. The main advantage of these models is the independence of the computer platform, continuous availability and the ability to save an image to the computer.

Constructed models are placed on the internet at the publicly accessible internet address modelace.ic.cz.

As an additional element for activation of teaching are solved examples for every elaborated sport sector.

The entire source codes of all models including free redistributable WAMP Server for running PHP presentations are provided in the work annexe (CD-ROM).

2 Úvod

V návaznosti na svou bakalářskou práci *Možnosti využití tabulkového procesoru v přírodovědné výuce*, ve které jsem se zabýval využitím počítače ve výuce a hlavní těžiště práce bylo převážně orientováno na vytváření mezipředmětové vazby fyziky a předmětu zaměřeného na práci s počítačem, jsem hledal další možnosti, jak na počítači využívat i jiné technologie. Rozhodl jsem se využít nabídku on-line aplikací, protože se jedná o pružné a dynamické médium, připomínající svým průběžným vývojem vyučovací proces. V průběhu výuky jsou používány stále modernější didaktické prostředky, spolupracující s počítači (interaktivní tabule, projekce tištěných materiálů kamerou a další), které usilují o větší interaktivitu vzdělávání žáků na základních a středních školách. V mé vlastní pedagogické praxi se mi například osvědčilo použití videa ze serveru www.YouTube.com jako motivačního prvku hodiny nebo celého bloku.

Podle rámcového vzdělávacího programu pro základní školy (RVP ZV) musí každá základní škola dosáhnout úspěšného naplnění klíčových kompetencí a zařazení všech průřezových témat do vzdělávacího procesu. Stejně tak musí vytvářet mezipředmětové vazby. Právě mezipředmětové vazby propojují dílčí vědomosti a dovednosti žáků z jednotlivých předmětů. Dochází tak ke komplexnímu rozvoji žáka. Některé mezipředmětové vazby demonstruji i v této práci.

V návaznosti na RVP ZV musí mít všechna školská zařízení vytvořen a zveřejněn svůj školní vzdělávací program (ŠVP) na školních internetových stránkách (web). Uvážím-li, že na většině základních a středních škol se používá vnitřní síť k práci s informačním systémem pro správu dat o žácích (jejich hodnocení, suplování tříd, rozvrhy tříd, akce tříd), nejčastěji program Bakaláři. Společně s již ukončeným projektem „Internet do škol - INDOŠ“, předpokládám „snadný“ přístup škol k internetu a základní znalosti učitelů při práci s počítači. V důsledku výše uvedených skutečností jsem zvolil jako prezentační médium praktických výstupů mé práce internet. Na adrese modelace.ic.cz jsou volně přístupné vytvořené fyzikální modely.

2.1 Fyzika kolem nás

Fyzika je víc než pouhé počítání podle vzorečků nebo memorování principů, zákonů a pouček. Fyzika je všude kolem nás. V dětství, častokrát i v dospělosti, si to uvědomuje jen málokdo.

A přece, je to tak. Setkáváme se s ní v kuchyni. Pokud vaříme a chceme snížit náklady, přikryjeme hrnec pokličkou a pokrm je uvařen rychleji. Používáme Papinův hrnec pro vaření za vyššího tlaku a tedy i vyšší teploty (Sládek, 2006). Nebo celkově v celém bytě, když používáme úsporné žárovky, či ještě novější a spořivější technologii LED žárovek. Automobil a jiné dopravní prostředky jsou konstruované na základě znalostí fyzikálních procesů, dějů, jevů a reakcí. Deformační zóny automobilu, předpínače bezpečnostních pásů, bezpečnostní skla. Každý motorista ví, že pokud má na vlečném laně další vozidlo, nemůže se rozjíždět prudce, ale pomalu, aby lano nepřetrhl. To je opět fyzika. Další velké odvětví, ve kterém jsou používány znalosti fyziky je sport. Téměř každý sport využívá některý z fyzikálních principů nebo zákonů. Na některé z nich se zaměřím a použiji je ve své práci.

Výčet, kde se setkáváme s fyzikou je daleko větší, neboť fyzika je všude kolem nás.

3 Použití počítače a pohled pedagogiky

3.1 Výuka podporovaná počítačem

Počítače nás obklopují a setkáváme se s nimi téměř při všech lidských činnostech. Proto se technologický rozvoj musel střetnout s pohledem na vzdělávání a jeho uskutečňování. Počítače začaly stále více a více pronikat do vzdělávání.

Počítačová gramotnost je pojem v současnosti velmi často používaný. Je to jeden ze základních požadavků na vzdělání moderního člověka. Člověk takto vybavený dokáže účelněji vyhledávat a následně zpracovávat informace, řešit různorodé problémy s využitím výpočetní techniky. Zvládnutí základní obsluhy periferií počítače je již také považováno za samozřejmost a tedy součást počítačové gramotnosti (Koníček, 2003).

Postupně se přechází na poskytování základních informací a podkladů pro výuku žákům prostřednictvím počítače. Žáci tak mohou samostatně postupovat ve svém vzdělávání, pod stále zeslabujícím se dohledem vyučujícího, který se stává spíše rádcem žáka. Podporuje se tak sebevzdělávání žáků.

Nejčastěji je výpočetní technika ve výuce používána k prezentaci jednotlivých témat a nové látky, kterou chce učitel s žáky probrat.

Práce s počítačem je pro žáky značně motivující, i když v poslední době tato motivace upadá v důsledku vlastnictví počítače v každé domácnosti. Žák může na počítači experimentovat ve virtuálním světě, vyvíjet a zkoumat různé pohledy na určitou věc. Podporuje se tak „dětská“ touha po objevování nového. Učitelům to dává větší prostor pro učení žáků novým dovednostem, než v klasické vyučovací hodině. Ovšem tento styl výuky je velmi náročný na učitelovu přípravu.

Přílišné používání počítače ovšem může žáky naopak poškodit. Žáci mohou svoji pozornost zaměřit spíše na technickou stránku problému, tedy počítač a další periferie nebo technické parametry připraveného experimentu, místo na učivo, které jim je předáváno. Může se snížit jejich schopnost řešit problém. Mohou vynaložit více času na hledání použitelného programu na vyřešení výpočtu, než by jej sami provedli manuálně (Vaníček, 2004).

Pokud učitel použije vhodný program nebo službu na internetu, může žákům poskytnout ve velmi krátkém časovém intervalu kvalitní zpětnou vazbu. Je ovšem nutné, aby toto hodnocení bylo velmi důkladně promyšleno a vhodně učitelem nastaveno. Pokud již budeme hovořit o zpětné vazbě, můžeme zmínit také další aspekt, který použití počítače ve výuce přináší a to je diskrétnost. Klasické hlášení známek po písemce a jejich zapisování do klasifikačních archů v třídních knihách může některé žáky stresovat. Takto lze po absolvování testu v tichosti odejít od počítače a učitel si hodnocení zjistí sám v soupisu výsledků testu (Hosnedl, 2005). Neoddiskutovatelným pozitivem používání počítače ve výuce je spravedlnost. Jinými slovy, „měří všem stejným metrem“. Opět to závisí na učiteli, jak systém zpětné vazby nastaví. Toto nastavení je pak platné pro všechny bez rozdílu. Odpadá nám tedy možnost protěžování.

Dalším z pozitiv použití počítače ve výuce je tvorba sociálních skupin. Nezáleží na tom, zda je skupina vytvořena uměle učitelem nebo ji žáci vytvoří sami. Hlavním přínosem je, že se musí naučit komunikovat ve skupině a rozdělit si role (Řezáč, 1998), (Maňák, 2003). Pokud bude každá skupina vytvářet projekt, je nutné po určitém časovém úseku provést vzájemnou diskusi všech skupin.

Mezipředmětové vazby jednotlivých přírodovědných předmětů zůstávají opomíjeny. Aktivitami spojenými s prací na PC a jeho využitím lze vytvářet a následně prohlubovat tyto vazby. Pro žáky na II. stupni ZŠ vznikne propojení Fyziky, Chemie, Přírodopisu, Informatiky nebo ekvivalentního předmětu. Různé školy používají odlišný název tohoto předmětu, i když v něm vyučují podobný obsah. Název Informatika je ale většinou na základních školách nevhodně volen vzhledem ke kurikulu předmětu. V předmětu s názvem Informatika by měli žáci provádět „... výpočetní a informační procesy z hlediska hardware i software. V praxi se vztahuje k počítačům a od abstraktní analýzy algoritmů, formálních jazyků atd. pokračuje ke konkrétnějším tématům, jakými jsou programovací jazyky, software a hardware“, převzato z (Informatika (počítačová věda) - Wikipedie, otevřená encyklopedie, 2009). Což rozhodně nelze v daném rozsahu po žácích na základní škole požadovat.

Vhodné je zařazení výuky podporované počítačem do vzdělávacích oblastí podle RVP ZV

- Člověk a jeho svět
- Informační a komunikační technologie
- Člověk a příroda (Fyzika, Chemie, Přírodopis)

Výše popsanými způsoby lze dojít úspěšného naplnění klíčových kompetencí v základním vzdělávání.

Pokud používáme počítače ve vzdělávání, pak lze:

- vytvářet a prohloubit mezipředmětové vazby mezi „nosným předmětem“ a předmětem založeným na práci s PC
- žáci se naučí při hledání potřebných informací používat správné výrazy a efektivněji používat vyhledávač
- rozvíjení a podněcování schopnosti žáka vytřídit získané informace
- propojit teoretické znalosti s praxí
- prohloubit komunikativní dovednosti žáků (po dokončení projektu dostanou žáci prostor pro prezentaci své práce ostatním)
- naučit žáky, jak zjednodušit zpracovávání dílčích a často zdoluhavých výpočtů
- demonstrovat grafické vyhodnocení získaných hodnot
- aktivizovat výuku

3.2 Vzdělávání pro práci s informační a komunikační technikou

Vzdělávání žádného člověka by nemělo končit absolvováním zvolené školy (střední, vyšší, vysoké). Každý člověk by se měl stále zajímat o možnosti svého dalšího vzdělávání a sledovat novinky ve svém oboru. V současné informační společnosti, se *informační a komunikační technika* (ICT) stále více používá. Je tedy potřeba se naučit využívat všechny dostupné ICT prostředky pro zefektivnění práce a úspěšné vyhledávání požadovaných informací. Celý tento proces by měl vést k samostatnému celoživotnímu sebevzdělávání nejen v oblasti ICT, ale ke komplexnímu rozvoji člověka, jeho vědomostí, dovedností a návyků. ICT by mu mohlo být nápomocné (Vaníček, 2004).

Samotné začlenění ICT jako předmětu (např. informatika, práce na počítači) do výuky nestačí. Je potřeba, aby se žáci naučili zpracovávat získané informace. To lze právě ve spolupráci učitelů předmětů vyučující práci na počítači a dalších, kteří již mohou požadovat od žáků nové informace a jejich zpracování.

Pokud budou hlavně učitelé používat ICT nejen ve své praxi, ale i v soukromí, stanou se tak příkladem pro své žáky a ti mohou v tomto směru motivovat další rodinné příslušníky. Rozvoj vědomostí, dovedností a návyků v oblasti ICT je v současnosti nutný pro všechny.

Dalším trendem je neustálé zvyšování dostupnosti elektronických materiálů svým žákům a studentům nebo spíše jejich požadavek na poskytnutí materiálů učitelem. Již existují veřejně dostupné systémy, pomocí kterých lze materiály poskytnout, nebo dokonce vést celou výuku. Je to například Moodle¹, který používá i Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity. Učitel může využít několik způsobů, jak žákům předat informace nebo jak ověřit jejich pochopení (Anketa, Studijní materiály, Fórum, Chat, Poznámky, Průzkum, Přednáška, SCORM/AICC, Slovník, Test, Online text, Úkol, Wiki)

Pokud si každý učitel najde cestu jak vhodně a efektivně používat ICT, prospěje to jemu i jeho žákům. Tvůrčí činnost každého člověka nemá hranice a s pomocí ICT ji lze snadno rozvíjet.

¹ Moodle = *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*

3.3 Podpora vzdělávání pomocí ICT

ICT a jeho vhodná aplikace odstraňuje základní překážky pro jakýmkoli způsobem handicapované vzdělávané osoby. Umožňuje studovat kdykoli a kdekoli. Hlavní výhoda je v tom, že žák může postupovat svým vlastním tempem a dohledávat si další potřebné informace pro bezproblémové zvládnutí kurzu. Žákovi je nabídnuta základní sada informací a poznatků, které se dále rozšiřují a prohlubují za pomoci poskytnutých podkladů a odkazů na další zdroje.

ICT je často používáno jako podpůrný prostředek pro osvojení probírané látky. Jen málo kdy je užíváno jako primární zdroj informací

Přínosné je poskytování studijních materiálů nadaným žákům. Ti se nemusí ve vyučovacích hodinách jenom nudit, protože některé informace jsou jim již známé. Naopak, mohou si předem poskytnutý materiál prostudovat nebo dále zpracovávat. V hodinách se dozívají stále nové informace a později s vyučujícím již mohou přímo konzultovat nejasnosti (Maňák, 2003).

Stejně tak jako můžeme žákům poskytovat informace, lze pomocí ICT prověřovat míru jejich osvojení a pochopení. Různé testovací systémy jsou nyní již bezplatně dostupné široké veřejnosti. Systém, který spojuje obě funkce (poskytování poznatků a ověřování osvojení poznatků) je například již zmíněný *Moodle*. Po zaregistrování do služby, si uživatel volí jednotlivé kurzy, které absolvuje. Učitel mu dává k dispozici, materiály a po určitém období je spuštěno testování žáků. Vyučující si vytvoří banku úloh, z ní pak volí vhodné úlohy na procvičování žáků a následně „ostré“ ověřování jejich znalostí. Díky propracovanému systému testování můžeme žákům poskytnout ihned zpětnou vazbu. Uživateli s právy „učitel“ je nabídnuta možnost ke každému distraktoru v položce testu přiřadit komentář. Žákovi se pak zobrazí podle jeho zvolené odpovědi. Nejen že žák tedy ví, zda byla jeho odpověď správná nebo chybná, dozví se případně, co si má dále prostudovat, aby se jeho chyba již neopakovala (Vaníček, 2004).

V mé vlastní praxi bylo pro žáky „nečekané“, soudě z jejich výrazu v obličeji, provést malý brainstorming nad novým pojmem ve fyzice. Následně jsme zvolili jeden pojem, který byl zadán do vyhledávače. K němu jsme našli na internetu video. Žáci tak mohli ihned vidět, jak lze s novými pojmy pracovat a jak hledat jejich význam.

3.4 ICT ve fyzice

Stále složitější situace ve vzdělávání, respektive boj o pozornost studentů a žáků vede učitele k hledání nových, atraktivnějších postupů výuky. Jedním z těchto postupů je použití ICT. Ovšem už i tato varianta bývá vytěžena. Proto je nutné hledat další možnosti využití a propojení s jinými předměty. Jako jedna z možností se nabízí mezipředmětová vazba fyziky a informatiky. Fyzika podá potřebný vědecký základ, informatika dodá nutné technické vybavení a poskytne programové zázemí. Budeme-li se zajímat o tuto mezipředmětovou vazbu na středních a vysokých školách, je řešení vcelku jednoduché. Když učitelé připraví základní úlohy, kde se ve fyzice nejprve celý problém nastíní a vysvětlí, následně v informatice je podroben analýze a případnému překódování do programovacího jazyka, pak je mezipředmětová vazba naplněna a je „celkem pevná“.

ICT bývá na základních školách převážně nástrojem používaným ve fyzice, chemii, matematice a informatice (či obdobně nazývaný předmět). Právě v prvních dvou jmenovaných předmětech nám usnadňují práci, a to hlavně v případech, kdy je potřeba demonstrovat děj či jev, který by byl za normálních podmínek neuskutečnitelný technicky, nebo z bezpečnostních důvodů.

Mezi nejčastěji používané aplikace patří tabulkový procesor pro výpočty a tvorbu grafů závislostí různých veličin, zpracování měření. Volně dostupné fyzikální aplikace, animace, Java aplety a fyzlety určené k modelování fyzikálních jevů, vzdáleně řízené laboratoře, modelační a simulační programy (Hosnedl, 2005).

Může se zdát, že cílené používání ICT ve fyzice není pro žáka žádným přínosem. Opak je pravdou. Žák již cíleně aplikuje získané vědomosti, dovednosti či návyky přímo do své pracovní činnosti. Ihned tak vidí, že se neučí pro známky, ale pro život.

Vhodné je pracovat s žáky na počítači, který je vybaven jakýmkoli měřícím systémem. V českém školství je to převážně ISES, IP Coach nebo LEGOtech (Bradna, 2001). Učitelé jednotlivých předmětů (Fyziky, Chemie, Přírodopisu, Informatiky) mohou opět dojít naplnění mezipředmětových vazeb. Žáci sami mohou sestavit dle návodu z jednotlivých předmětů aparaturu pro komunikaci a měření s počítačem. Případná instalace ovládacího programu probíhá pod vedením vyučujícího. Tento krok je nutné prodiskutovat mezi vyučujícími jednotlivých předmětů (Fyzika, Chemie, Přírodopis, Informatika).

Rozvoj fyziky a ICT v posledních letech dává jasně najevo, že fyzika bude ICT stále více a více využívat. Využití ICT není omezeno pouze na demonstrování pokusů s žáky neproveditelnými. Hlavně vizuální technika je vhodná pro kolektivní pozorování jevů (např. demonstrování Brownova pohybu ve fyzice, složení organismů z buněk v přírodopise). Pokud je pokus nahráván na HDD², pak lze různě zrychlovat či zpomalovat záznam (například crash testy automobilů). Nebo můžeme třeba webkameru použít pro časoběrný pokus (např. tvorba krystalů z roztoku vody a kuchyňské soli, pozorování východu Slunce během jednoho měsíce, odtávání sněhu nebo ledu, atd.).

² *HDD* - zkratka, anglicky hard disk drive - česky pevný disk počítače

3.4.1 Dynamické modelování ve fyzice

Vizualizace jevů pomocí modelů a animací vede žáky k lepšímu pochopení základních matematických operací a fyzikálních jevů. Žákům tak odpadá chybné představování si jevů a dochází k vyvrácení jejich prekonceptů (Trna, 2006). Pokud je mu nabídnut již hotový model, může se více soustředit na jeho popis a funkce, než na to aby si ho představil.

Tato metoda přibližování nových fyzikálních poznatků nebo ověřování předpokládaných vlastností a chování různých látek či těles je relativně mladá. Jako jeden z prvních ji na svých přednáškách používal Richard Phillips Feynman. Ovšem bez pomoci počítače. Veškeré výpočty tak musel provádět se studenty manuálně.

Také dnes se tato metoda používá pro jednoduché (myšlen již výstup) demonstrování některých závislostí změn výsledku na vstupních parametrech. Žáci mohou vytvářet a následně modifikovat vytvořené matematické modely. Získávají tak nejen programátorské základy, ale dokáží sami posuzovat, jak se byť jen malá změna vstupních podmínek může často dramaticky promítnout do výsledku. Zároveň si osvojují fyzikální podstatu zkoumaných dějů a jevů.

S rostoucím množstvím poznatků, se zvyšuje i požadavek na názornost a prezentaci těchto poznatků žákům. Stejně tak se musíme na tento problém dívat i z druhé strany, tedy strany žáka. Na toho jsou kladeny stále vyšší požadavky na jeho rozumovou a imaginativní složku myšlení, aby si demonstrované informace uchoval a pospojoval v jeden kompaktní celek. Vytváření a zkoumání matematických modelů je sice jednou ze základních úloh, o to však v současnosti více používanou metodou. Takto vytvořené modely sehrávají ve vědě velmi významnou roli (Lepil, 2007).

Dynamickým modelováním ve fyzice lze žákům velmi efektivně předložit výsledky zkoumání, které nejsou ještě schopni sami vypočítat. Část celého problému si uvědomují a dokáží některé veličiny aspoň ohraničit. Je-li model vytvořen takovým způsobem, aby si žáci sami mohli zaměnit některé vstupní hodnoty, pak plní svůj účel bezzbytku.

Ne vždy se musí jednat o pouhou demonstraci jevu, kdy je výsledek předem spočten a nám se již zobrazí grafický výstup. Mělo by se jednat o matematický model schopný dynamicky reagovat na změnu počátečních podmínek, konstant charakterizující daná tělesa nebo prostředí.

Pro vytvoření dynamického modelu je nutné znát základní rovnici pro daný děj a počáteční podmínky (Lepil, 2007). Z použité rovnice pak zvolíme jednu proměnnou, jejíž hodnotu měníme s přírůstkem (nebo úbytkem) a sledujeme závislost výsledku na této hodnotě. Výpočtem získané hodnoty zaneseme do grafu pro větší přehlednost.

Tvůrce takovýchto modelů musí být znalý nejen fyzikální podstaty modelované problému. Musí také disponovat znalostí matematiky na potřebné úrovni a znalostí programovacího jazyka nebo používaného prostředí. Pokud chce výstup jak grafický, tak i hodnotový, je potřeba zvládnout programování na vyšší úrovni než jenom to co se lze naučit na seminářích z programování (Lepil, 2007), (Kalakay, 2001), (Brož, 2006).

3.4.1.1 Famulus

Je program ryze české výroby. Předchůdcem byl program Gaudeamus, od stejných autorů. Poslední verze Famula 3.5, je na internetu volně dostupná s řadou ukázkových modelů a knihoven, které lze libovolně editovat, ale i dotvářet si svoje vlastní. Program můžeme považovat za velmi univerzální podporu při výuce Fyziky, Matematiky, Chemie, Biologie a Ekonomie, do těchto kategorií autoři uspořádali poskytnuté vzorové modely (Dvořák, 1992).

Program Famulus je určen na numerické výpočty. Celé rozhraní a syntaxe kódu je velmi podobá programovacímu jazyku Pascal. Protože je „stavěn“ pro MS-DOS, je nutné v novějších operačních systémech používat emulátor tohoto systému. Ze zkušenosti ale vím, že Famulus lze spustit bez tohoto emulátoru ve Windows XP se Servis Packem 2 bez větších problémů.

Hlavní devizou programu je jeho grafický výstup, především grafy. Škála jejich nastavení je široká (měřítko, formát čar, škály os), a tak lze získat požadovanou část průběhu veličiny relativně snadno. Lze také vypisovat a exportovat vygenerované hodnoty do externího souboru, případně je zpracovat v libovolném tabulkovém procesoru.

Famulus lze použít také pro vyhodnocení dat naměřených systémem ISES. Pokud provádíme měření, nabízí program ISES 2.0 i ISES 4.0 možnost exportovat data do souboru zpracovatelného Famulem (Bradna, 2001).

3.4.1.2 Modellus

Modellus je program pro matematické modelování fyzikálních jevů a dějů. Uživatelé, žáci a učitelé, tak mohou studovat okolní svět interaktivně.

Je vytvořen tak, aby uživatel nemusel znát žádný programovací jazyk a přesto dokázal sestavit požadovaný fyzikální model. Ovšem chápat fyzikální základ vlastního modelovaného jevu je nutné, to za nás program neobstará. Není potřeba, aby uživatelé znali vyšší matematiku. Pomocí Modellusu lze vhodně analyzovat dané modely.

Jako výstup si uživatel může zvolit graf, tabulku hodnot, obrázek nebo video. Ve výstupním obrázku mohou být zobrazeny jak modelované objekty, jejich trajektorie (jedná-li se o pohyb), tak i vektory zvolených veličin.

Celkem zajímavou možností u vytvořených modelů je ochrana před editací modelu žáky nebo před sebou samým.

Celý program je v anglickém jazyce, ovšem Martin Krynický kompletně přeložil verzi Modellus 2.5 do českého jazyka (Krynický, 2009).

Program je poskytován se základní sadou již vytvořených modelů, které uživatele provedou tím, jak tvořit vlastní modely.

3.4.2 Experimentální systémy ve fyzice ve spojitosti s ICT

3.4.2.1 Systém ISES

Svojí podstatou a základním sestavením je určen pro měření a řízení pokusů ve Fyzice, Chemii, Přírodopise a Informatice.

Systém ISES má velmi nízké hardwarové nároky, hovoříme-li o jeho ISA, PCI i USB verzi. Po nainstalování jednoduchého ovládacího rozhraní lze již provádět vlastní měření. Modul se pouze zasune do ovládacího panelu (Control Board). Počítač sám detekuje, o jaký modul se jedná, a provede příslušné nastavení měřících rozsahů. Uživatel si většinou nastaví periodu snímání, dobu snímání fyzikální veličiny a vstupu pro grafické zobrazení (Pawera, 2009).

ISES umožňuje jednoduchým způsobem měnit měřící moduly (teploměr, voltmetr, ampérmetr, snímač polohy, optická závora, siloměr, mikrofon, snímač tlaku, ultrazvukový sonar, ohmetr, měřič kapacit, měřič magnetické indukce, akcelerometr $\pm 5 \text{ G}$ a $\pm 10 \text{ G}$ (dvouosý), detektor hladiny, proudový booster, reproduktor 4 W, relé, snímač srdečního tepu, pH metr + elektroda, konduktometr + elektroda). Z tohoto výčtu lze usuzovat na širokou škálu jednotlivých úloh, která žáci mohou realizovat a měřit. Pomocí ISESu, lze experimenty také řídit (Pawera, 2007), (Pawera, 2009).

K obsluze celého hardwarového zařízení a vyhodnocování naměřených hodnot je potřeba program. Ten je ve verzi pro MS-DOS volně dostupný. Ve své novější variantě pro 32-bitové a 64-bitové systémy (Windows 2000, XP, Vista, 7) již nikoli.

Měřené veličiny lze v reálném čase sledovat na monitoru počítače. Zobrazuje se právě naměřená hodnota i výstup v podobě grafu. Naměřená data lze uchovávat pro další zpracování nebo porovnání s jinými měřeními.

3.4.2.2 Systém PASCO

Jak sám výrobce deklaruje, jedná se o vzdělávací systém pro experimentální výuku přírodovědných předmětů. Stejně jako ISES, uplatní se hlavně ve Fyzice, Chemii, Přírodopise, Informatice. Školám nabízí nejen jednotlivé měřicí moduly, ale i celé sady pro jednotlivé experimenty.

Celý systém funguje podobně jako ISES. Veškeré měřicí sondy a senzory jsou zapojovány do měřicího rozhraní. Toto rozhraní je připojeno k počítači přes USB port, čímž v dnešní době získáváme velkou volnost a přenositelnost na jiné počítače, na kterých je nainstalován ovládací program na vyhodnocení naměřených hodnot. Rozhraní obsahuje deseti kanálový A/D převodník.

Měřicí rozhraní nemusí být pouze propojené s počítačem, ale může být samostatné a přenositelné. Výrobce jej pak označuje jako datalogger (Xplorer PS-2000 nebo Xplorer PS-2002). Uživatel tak dostává velmi mobilní měřicí zařízení. Naměřená data může vyhodnocovat přímo v dataloggeru nebo je ukládat do jeho paměti a poté přenést do počítače a vyhodnotit tam. Učitelé a žáci tak mají možnost provádět například měření pylu ve vzduchu na školním výletě, měření koncentrace CO₂ ve vzduchu a další.

Výrobce dává veřejně učitelům k dispozici již hotové experimenty, jmenovitě: Harmonický kmitavý pohyb – kyvadlo, Určení měrné tepelné kapacity tělesa, Zákon zachování hybnosti, Zákon zachování mechanické energie, Elektromagnetická indukce, Archimédův zákon, Hookův zákon.

Do nejzákladnějšího, a v celé nabídce nejjednoduššího měřicího rozhraní (USB link PS-2100A) je možno připojit vždy jen jeden senzor. Pokud uživatel potřebuje získávat data z více senzorů současně, je potřeba použít více PS-2100A. Další možností je použití měřicího rozhraní s více vstupy PowerLink PS-2001 (tři vstupy) nebo datalogger GLX Xplorer PS-2002 (čtyři vstupy) (Staněk, 2009).

Z vlastní zkušenosti mohu říci, že je PASCO pro žáky na základní škole vhodnější a přívětivější než ISES. PASCO je sice v angličtině, ale je jednodušší a má snadnější konektivitu k počítači.

Seznam nabízených PASPORT senzorů pro fyzikální experimenty (PASCO - Sensory pro fyzikální experimenty, 2009):

- senzor pohybu PS – 2103A (minimální snímatelná vzdálenost: 15 cm, Maximální vzdálenost: 8 m, rozsah otáčení snímače: 360°, nastavení rozsahu: symbol „voziček“: do 2 m, symbol „človíček“: do 8 m)
- senzor síly PS – 2104 ($\pm 50\text{N}$, 1%, 0,03N, 1000 Hz), senzor absolutního tlaku PS-2107 (0 až 700 kPa, $\pm 1,75$ kPa, $\pm 0,02$ kPa, 20 Hz, operační rozsah teploty: 0 – 40 °C, operační rozsah relativní vlhkosti: 0 – 95 %)
- sonda na měření vodivosti PS-2116 (měří ve třech rozsazích: 0 - 1000 $\mu\text{S/cm}$, 0 – 10000 $\mu\text{S/cm}$, 0 – 100000 $\mu\text{S/cm}$, ± 10 % zvoleného rozsahu, 0,1 %, 20 Hz, operační rozsah: 0 – 50 °C)
- sonda na měření el. napětí a proudu PS-2115 (Proud: 0.5 mA - ± 1.0 A, ± 2 mA, 0.5 mA, 1000 Hz. Vstupní odpor při měření proudu: $< 1 \Omega$ (typicky 0.8 Ω), nastavená proudová ochrana: 1,1 A. Napětí: 0.005 V - $\pm 10\text{V}$, ± 20 mV, 5 mV. Vstupní odpor při měření napětí: 1 M Ω)
- světelný senzor PS – 2106A (rozsah: režim „svíčka“: 0 - 26 lux, režim „žárovka“: 0 – 260 lux, režim „slunce“: 0 – 260 000 lux, přesnost ± 1 db maximální hodnoty zvoleného rozsahu, rozlišení: 0,01 % maximální hodnoty zvoleného rozsahu, operační teplota 0 – 40 °C, 1000 Hz)
- senzor magnetického pole PS – 2112 (± 1.000 gauss, ± 3 gauss při 25°C (po 4 min zahřátí), 0,01 % plného rozsahu, Teplotní rozsah: 0-40 °C, rozsah relativní vlhkosti: 5 - 95 %, 20 Hz)
- teplotní senzor PS – 2125 (analogově – digitální převodník upravený pro teplotní čidla) s následujícími dvěma čidly (teplotní čidla, stejně jako konektory na měření el. napětí a proudu se mohou připojit také rovnou do PS – 2002 Xploreru, nebo též do multiveličinnového senzoru – viz níže)
- rychle reagující teplotní sonda PS-2135 (s rozsahem -10 °C až +70 °C, přesností ± 0.5 °C, rozlišením 0,01 °C, a maximální vzorkovací frekvencí 100 Hz)
- nerezový teplotní senzor PS-2153 (-35 °C až +135 °C, ± 0.5 °C, 0,01 °C, 10 Hz)

- multiveličinný senzor General Science – teplota, osvětlení, hluk PS – 2168 (teplotní rozsah – dle rozsahu čidel, rozsah měření osvětlení: 0 – 100 lux, 0 – 10000 lux, 0 - 150000 lux, rozsah měření úrovně hluku: 500 – 100 dBA, rozsah el. napětí: ± 24 V, 200 Hz)
- digitální převodník PS – 2159, do jehož vstupů můžeme připojit různá zařízení, měřící zejm. časové údaje přímočarých i kruhových pohybů, jako je např.: optická brána ME – 9498A či senzor doby letu – dopadová plošinka ME – 6810

3.4.2.3 Systém Vernier LabQuest

Systém Vernier LabQuest lze používat jako příruční výzkumnou stanici. Pro své malé rozměry je velmi vhodnou pomůckou na provádění terénních měření. Data získaná z měřících modulů lze uložit do paměti měřícího rozhraní a následně exportovat do počítače pře USB port. Použití je i pro žáky velmi jednoduché, protože měřící rozhraní je osazeno dotykovým displejem, kde se zobrazuje naměřená hodnota a lze zde nastavit frekvence vzorkování, požadovaná délka měření a další vlastnosti (Böhm, 2009).

Velkou výhodou je široká škála měřících modulů, které jsou s novými měřícími rozhraními kompatibilní. Ovládání jednotlivých senzorů zapojených do databloggeru a zpracování naměřených hodnot je stále stejné nezávisle na zvoleném senzoru. Jediným problémem by tak pro žáky mohla jazyková bariéra, neboť ovládání je ve všech světových jazycích.

Seznam nabízených senzorů pro fyzikální experimenty (Vernier CZ - seznam produktů, 2009):

- Charge Sensor - elektroskop - detektor elektrického náboje (umožňuje i kvantitativní měření. Rozeznává polaritu)
- Current Probe - ampérmetr (rozsah ± 600 mA při maximálním napětí 10 V)
- Differential Voltage Probe – voltmetr (rozsah ± 6 V, nemá společné uzemnění, lze použít i více voltmetrů najednou)
- Microphone - mikrofón (rozsah 20 Hz do 16 000 Hz)
- Magnetic Field Sensor - čidlo magnetického pole - teslametr ()
- Infrared Temperature Sensor - infračervené (bezdotykové) teplotní čidlo ()
- Wide Range Temperature Probe - velkorozsahové teplotní čidlo (rozsah -20 °C až 330 °C)
- Surface Temperature Probe - povrchové teplotní čidlo (rozsah -25 °C až 124 °C)
- TI Light Probe - jednoduchá světelná sonda (měří relativní jas/osvětlení, citlivá na viditelné světlo a infračervené záření, výsledkem je hodnota v rozsahu 0 až 1)

- Light Sensor - luxmetr - čidlo intenzity světla (reagující na intenzitu světla obdobně jako lidské oko)
- 3-Axis Accelerometer - 3D akcelerometr - čidlo zrychlení (až 5 g)
- 25-g Accelerometer - akcelerometr - čidlo zrychlení (do 25 g)
- Low-g Accelerometer - akcelerometr - čidlo malých zrychlení (do 5 g)
- Force Plate - plošný siloměr (snímá sílu mezi přední a zadní plochou - v tahu až 800 N, tak v tlaku až 3 500 N)
- Dual-Range Force Sensor - siloměr se 2 rozsahy (rozsahy ± 10 N a ± 50 N)
- Go!Motion - sonar - čidlo polohy a pohybu s USB interface (rozsah 15 cm až 6 m, využívá ultrazvuku k měření vzdálenosti od sledovaného předmětu)
- Motion Detector - sonar - čidlo polohy a pohybu (rozsah 15 cm až 6 m, využívá ultrazvuku k měření vzdálenosti od sledovaného předmětu)
- Wireless Dynamics Sensor System - bezdrátový integrovaný akcelerometr, výškoměr a siloměr (rozsah siloměr ± 50 N, akcelerometr ± 50 g, výškoměr ± 200 m, bezdrátový senzor pro měření zrychlení, senzor síly a barometrický výškoměr, komunikuje s počítačem bezdrátově pomocí technologie Bluetooth)
- Gas Pressure Sensor - čidlo tlaku plynu (rozsah 0 Pa do 210 kPa, maximální tlak na senzor 4 atm)
- Stainless Steel Temperature Probe - nerezové teplotní čidlo (rozsah -40 °C až 135 °C)
- Go!Temp - čidlo pro měření teploty (rozsah -20 °C až 110 °C, připojitelné přímo k počítači přes USB port)
- Rotary Motion Sensor - čidlo rotačního pohybu ()
- WattsUp Pro International Model ()
- Barometer - barometr (rozsah 81 kPa až 106 kPa)

3.4.2.4 IP COACH

Oproti předchozímu systému, je IP COACH integrovaný měřicí, modelovací a řídicí systém určený hlavně pro školy. Pro jeho konstrukci se mu někdy přezdívá „létající talíř“. Je to starší systém, který lze k počítači připojit přes COM port. I přesto, ho lze velmi účelně použít pro měření fyzikálních, chemických a biologických veličin. Z toho vyplývá, že má poměrně rozsáhlý repertoár použitelných měřících modulů.

Programové prostředí je vytvořeno jako otevřené prostředí. Základní program je doplněn o výkonné podpůrné podprogramy. Podprogramy může uživatel editovat a vytvářet vlastní podle svých požadavků (Systém IP-Coach - Co je IP-Coach?, 2005).

V měřícím programu lze, tak jako ve všech předchozích, nastavovat periodu snímání měřené veličiny, dále zpracovávat naměřené hodnoty, odečíst aktuální hodnotu měřené veličiny a zobrazit její průběh do grafu. Uložit naměřené hodnoty a poté je opět vyvolat je také samozřejmostí. Také umožňuje porovnat naměřené hodnoty s již dříve vytvořeným modelem.

Při měření se nepřenáší pouze datové soubory naměřených či zpracovaných hodnot. V balíku dat jsou předávána nastavení parametrů zobrazení s dalšími doplňujícími informacemi (veličiny, jednotky přiřazené naměřeným hodnotám).

Celý systém je velmi jednoduchý, rychlý a po kalibraci sond i přesný. Žáci mají možnost pomocí něj také řídit jednotlivé pokusy. Systém se dá použít i pro výuku programování, automatizace a řízení. Proto jsou zde k dispozici modely známých technických zařízení, jako je například Křižovatka (čtyři semaforey a dva přechody pro chodce ovládané tlačítky, vozovka vybavená magnetickými spínači pro detekci automobilů).

Naměřené hodnoty lze porovnat s hodnotami, které se při instalaci programu nahrají do počítače jako již hotové úlohy.

4 Programové vybavení pro modelování

4.1 Sicyon

Sicyon je jednoduchý program, spíše komplexní vědecká kalkulačka s velmi sofistikovanými funkcemi. Uživatele si najde z řad studentů fyziky a chemie, výzkumníků, vývojářů i mezi dalšími profesemi již přímo v praxi. Podle dokumentace v ní uživatel může nechat proběhnout i jednoduchý VBScript nebo JScript.

Jeho další výhodou je, že ve verzi *Lite* je zcela zdarma a z internetu dostupný všem. Tvůrci k němu na svých stránkách přikládají dokumentaci a s pomocí poskytnutých *screenshotů*³ lze snadno vyčíst, jak zadávat vztahy pro výpočet požadovaných veličin, jak nastavit rozsahy hodnot a jejich přírůstek.

Kalkulačka nabízí (Sicyon = freeware scientific (VBScript/JScript) calculator + database + units conv. + solver, 2009):

- Výpočet hodnoty matematických výrazů pomocí proměnných a uživatelsky definovaných funkcí
- Fyzikální a chemické tabulky
- Pokročilé matematické funkce (komplexní čísla atd.)
- Vykreslení grafu funkce, či začlenění hodnot do tabulek (explicitní či parametrický mód)
- Regrese
- Operace s maticemi
- Možnost rozšíření kalkulačky pomocí Plutonů
- V režimu Program umožňuje provádět části kódu VBScript
- Najít reálné kořeny, minima, maxima a určitý integrál výrazu v daném intervalu
- Upravitelné výstupní HTML zprávy pro matematický postup

³ *Screenshot* – zachycení obsahu obrazovky počítače, uložené do obrazového souboru

4.2 Tabulkový procesor

Tabulkový procesor většinou používáme pro organizaci dat formou tabulek v jednotlivých listech a celých sešitech. Umožňuje uživateli vkládat data (čísla a text) do buněk. S vloženými daty se mohou provádět další operace, které vedou k získání požadovaného výsledku. Data lze jakkoli třídit a řadit, zpracovávat pomocí široké škály funkcí, které může uživatel téměř libovolně kombinovat, vnořovat do sebe nebo na základě výsledku z jedné funkce, provést funkci jinou. Vypočítané a vrácené hodnoty jsou získávány ihned po jakékoli změně vstupních dat. Celý výpočet je ovšem limitován prvotním zadáním vzorce, přesněji jeho správným zadáním, dodržení správného řádu výstupních a vstupních hodnot.

Grafickým výstupem vypočítaných hodnot je pak graf. Uživatel pak může volit podle svých požadavků, jaký typ potřebuje. Stejně tak jako se změna vstupních hodnot promítá do číselného výsledku, tak se promítne i do grafu (Válek, 2007).

V současné době je nejpoužívanější Microsoft Excel z kancelářského balíku Microsoft Office a Calc z balíku OpenOffice.org. Prostupnost z Calcu do Excelu je zajištěna, obrácená cesta je také možná, ale až v poslední verzi Microsoft Office 2007. Hlavní výhodou OpenOffice.org je jeho cena. Je to totiž freeware⁴, který je stejně jako Sicyon volně dostupný na internetu.

Stejně jako když programátor vytváří program je potřeba, aby i uživatel tabulkového procesoru pečlivě promyslel, jaké budou vstupní a výstupní hodnoty. Jaký bude jejich rozsah, aby vhodně připravil celý výraz. Čím důkladnější bude příprava výše zmíněných aspektů, tím větší bude výtěžnost a dlouhodobost celé vynaložené práce. Pokud uživatel vytvoří sebedůmyslnější konstrukci jednotlivých funkcí, ale použije výsledný produkt pouze jedenkrát, pak byla jeho práce zbytečná. S rostoucím počtem používání aplikace roste i její výtěžnost a správné využití techniky, tedy ke zjednodušení uživatelské práce.

Hlavní výhodou tabulkových procesorů je, že každá z funkcí má podporu v nápovědě. Zde je velmi zevrubně popsána, jaký datový typ musí mít vstupní hodnoty, jakého typu jsou výstupní hodnoty. Uživateli je také ukázán jiný příklad vytvořený přímo od výrobce.

⁴ Freeware - software, který je dále šířen bezplatně

Další velkou výhodou je značně vysoká přenositelnost a použitelnost na dalších počítačích s tabulkovým procesorem nezávisle na výrobci. Vzájemná kompatibilita je nabízena již v základních instalacích, případně lze na internetu najít a stáhnout převodník mezi formáty (Válek, 2007).

Základní pojmy používané při práci s tabulkovým procesorem

- buňka - průsečík konkrétního řádku s konkrétním sloupcem, nesoucí jméno podle protnutého řádku a sloupce
- pole buněk – skupina souvislých, blízkých buněk
- funkce - předdefinována výrobcem tabulkového procesoru pro výpočet či vyhodnocení vstupních dat
- vzorec - začíná znakem = (rovná se), je kombinací matematických operací a ostatních funkcí
- graf - grafické zpracování výsledků
- list - skupina buněk
- sešit - skupina listů v jednom uloženém souboru
- řetězec - textové znaky

4.3 PHP - Hypertext Preprocessor

Rasmus Lerdorf jej vytvořil v roce 1994 pro svoji osobní potřebu. Převodl Perl do jazyka C. Takto vytvořená sada skriptů byla vydána pod názvem Personal Home Page Tools (zkráceně PHP) jako *Open Source*⁵. V současnosti se používá a na většině hostingových serverů je podporovaná verze PHP 5, která byla vytvořena v roce 2000 a používá Zend Engine 2. Disponuje vylepšenou podporou jazyku Java a dokonalejším objektovým přístupem. Dnes už se velmi intenzivně pracuje na PHP 6, ovšem jeho zpřístupnění pro veřejnost je prozatím v nedohlednu (Bráza, 2005).

PHP je skriptovací jazyk. Svoji koncepcí je zacílen na tvorbu převážně dynamického webu a to jak na veřejné (internet) síti, tak i na interní (lokální). Lze jím generovat (X)HTML značky pro webové stránky. Vlastní PHP skripty jsou prováděny na straně serveru a uživateli se přenáší již jejich výsledek. Předobrazem syntaxe jazyka je Pascal, C, Java a Perl. Jeho nezávislost na platformě a široká podpora různých knihoven (zpracování textu, práce se soubory a grafikou, přístup k databázovým systémům) je programátory velice vítána. Dalším podporovaným systémem jsou databáze (MySQL, ODBC, Oracle, PostgreSQL, MSSQL). Z podporovaných internetových protokolů lze zmínit HTTP, SMTP, SNMP, FTP, IMAP, POP3, LDAP.

Díky výše uvedeným základním charakteristikám je PHP mezi tvůrci webu velmi oblíbený. Svoji jednoduchostí, implementovanou kombinací a podporou více programovacích jazyků dává programátorovi značnou svobodu v syntaxi kódu.

Nejčastěji se při práci s PHP setkáváme s dalšími systémy, jako je Linux (operační systém), MySQL nebo PostgreSQL (databázový systém), Apache (webový server). Tato kombinace systémů bývá nazývána jako LAMP (Linux Apache MySQL PHP nebo Perl).

PHP je klasickým zástupcem dynamického typového jazyka. To znamená, že datový typ proměnné se určí v okamžiku přiřazení hodnoty. Proto se porovnávání proměnných dá provést dvěma operátory „==“ (dvě rovná se) – před porovnáním je obsah proměnných konvertován na stejný typ a pak se provede porovnání. Nebo druhá možnost je použití „===“ (tři rovná se) – porovnává se jak obsah proměnných, tak i jejich datový typ.

⁵ *Open source* – program s otevřeným zdrojovým kódem

Výhody PHP

- primárně určeno pro tvorbu webu
- nezávislost na platformě (Windows, Linux)
- podporován na většině hostingů (jak freehostingů, tak i placených)
- velká škála podporovaných funkcí
- podrobná dokumentace
- široká škála veřejně dostupných projektů (Moodle, phpBB, Wordpress, ...)
- velká podpora databázových systémů

Nevýhody PHP

- PHP není definováno, popisuje ho pouze jeho implementace
- nejednotné názvosloví skupin funkcí
 - s podtržítkem - mysql_XXXX, imap_XXXX, json_XXXX
 - bez podtržítka - imageXXXX, bcXXXX, gzXXXX
- nejednotné pořadí parametrů
- absence ladícího (debugovací) nástroje v základní instalaci
- pokud zpracuje požadavek od klienta, neudrží ho v kontextu aplikace a vytváří jej vždy znovu
- nestejnorodý vývoj, který PHP provází dodnes - projevuje se častou změnou názvu příkazů a dále pak jejich parametrů
- nesoudržnost v pojmenování funkcí `str_pad()`, `str_replace()` v kontrastu s `strchr()`, `strpos()`

4.3.1 Tvorba obrázků v PHP

Pokud chceme v PHP pracovat s obrázky nebo je vytvářet, je potřeba aby daný server podporoval a umožnil nám s nimi pracovat. Tuto spolupráci zaručuje knihovna GD. Přítomnost a funkčnost lze ověřit pomocí funkce `phpinfo()`. Současné webhostingové servery tuto knihovnu podporují ve verzi 2.0.

gd

GD Support	enabled
GD Version	bundled (2.0.34 compatible)
FreeType Support	enabled
FreeType Linkage	with freetype
FreeType Version	2.1.9
T1Lib Support	enabled
GIF Read Support	enabled
GIF Create Support	enabled
JPG Support	enabled
PNG Support	enabled
WBMP Support	enabled
XBM Support	enabled

Obr. 4-1 Výsledek výpisu funkce `phpinfo()` – informace o knihovně GD

GD knihovna je open-source a je multiplatformní, navíc od verze PHP 4.3 je implementována přímo v PHP. Neměl by tedy být žádný problém v jejím použití a používání jednotlivých funkcí (Rozsypal, 2008). Některé freehostingy⁷ ale neumožňují práci s vybranými funkcemi ke zpracování obrázků nebo mají nastavenou menší pracovní paměť, takže nelze provádět všechny transformace u obrázků větších rozměrů (rozměry nad cca 500 x 500 pixelů).

Na většině serverů se setkáváme se zpracováním obrázků ve fotogaleriích, kde se automaticky vytváří jejich náhledy (tedy vytváří se kopie obrázku v menší velikosti než je původní), přidávají se do obrázků různé vodoznaky, popisky, lze měnit kvalitu obrázku, používat barevné filtry, používat různé transformace. Výstupní obrázek pak může být i odlišný od formátu vstupního obrázku. Například během práce s ním, můžeme změnit jeho typ z JPEG na PNG. Pokud použijeme právě formát PNG, lze obrázek upravit tak, aby měl průhledné pozadí.

⁶ *Webhosting* – pronájem místa pro webové stránky na serveru poskytovatele

⁷ *Freehosting* – bezplatný hosting, poskytovatel vkládá klientovi do jeho stránek reklamu

Při tvorbě obrázku v PHP platí stejné pravidlo jako v CSS⁸. Ten objekt, který byl ve zdrojovém kódu vytvořen a hlavně zobrazen jako poslední je v nejvyšší vrstvě, tedy je viděn celý. Jinými slovy: „Kdo se směje naposled, ten se směje nejlépe“.

Funkce pro práci s grafikou jsou snadno identifikovatelné. Jejich název začíná slovem „*image*“. Protože můžeme vytvářet a zpracovávat v jednom běhu kódu i více obrázků najednou, musíme vždy uvést, o který obrázek se jedná při našich úpravách.

Cílem této práce je vytváření obrázků v PHP, použité funkce budou sloužit právě ke tvorbě různých elementů v novém obrázku.

Obrázky, které budou vytvořeny, lze klasifikovat z hlediska grafiky jako rastrové. PHP umí také pracovat s vektorovou grafikou (SVG), ovšem bere tento objekt jako jakýkoli jiný rastrový formát, což značně omezuje využitelnost SVG formátu v PHP.

⁸ CSS - Cascading Style Sheets, česky „kaskádové styly“

4.3.1.1 Před začátkem práce s obrázky

PHP umí pracovat s obrázkem dvěma způsoby. V prvním případě můžeme se vstupními daty různě pracovat, vykreslovat různé objekty a celý výsledek uložit do libovolného souboru. Ve druhém můžeme provádět tytéž operace, ale výsledek si můžeme přímo zobrazit na monitor.

Zvolit může následující typy výstupních obrázků (Kosek, 1998), (Žára, 2008):

- GIF
- PNG
- JPEG

4.3.1.1.1 GIF - *Graphics Interchange Format*

Pokud jej chceme v PHP použít, musíme zvolit hlavičku obrázku `Header("Content-Type: image/gif");`.

GIF je určen pro rastrovou grafiku. Používá bezeztrátovou kompresi, která umožňuje přesnou rekonstrukci komprimovaných dat (jednodušší editace obrázku např.: v Malování). Požívaná komprese dovoluje v obrázku rozeznávat velmi ostré hrany na rozdíl od JPEG.

Barevná hloubka obrázků může být pouze 256 barev tedy 8 bitů ($256 = 2^8 \rightarrow 8$ bitů). Pokud se jedná o animované obrázky vytvořené v GIF, pak paleta 256 barev platí pro každý snímek zvlášť.

GIF nabízí možnost vytváření animovaných obrázků a obrázků s průhledným pozadím (tzv.: alfa kanál⁹).

⁹ *alfa kanál* – anglicky: alpha transparency channel – udává hodnotu průhlednosti pixelu, hodnota nabývá pouze dvou hodnot 1 a 0 (průhledný, neprůhledný)

4.3.1.1.2 PNG - Portable Network Graphics

Pokud jej chceme v PHP použít, musíme zvolit hlavičku obrázku `Header("Content-Type: image/png");`.

PNG je také určen pro rastrovou grafiku. Používá opět bezztrátovou kompresi jako GIF. Oproti GIF nabízí barevnou hloubku paletu 24 bitů, což je rozdíl 16 bitů.

Stejně jako GIF i zde můžeme vytvářet jak animované, tak i průhledné obrázky. Průhlednost můžeme ale nastavovat od 0 od 255.

PNG je tak vlastně dokonalejší náhradou GIF.

4.3.1.1.3 JPEG - Joint Photographic Experts Group

Správný název zní: JFIF (JPEG File Interchange Format).

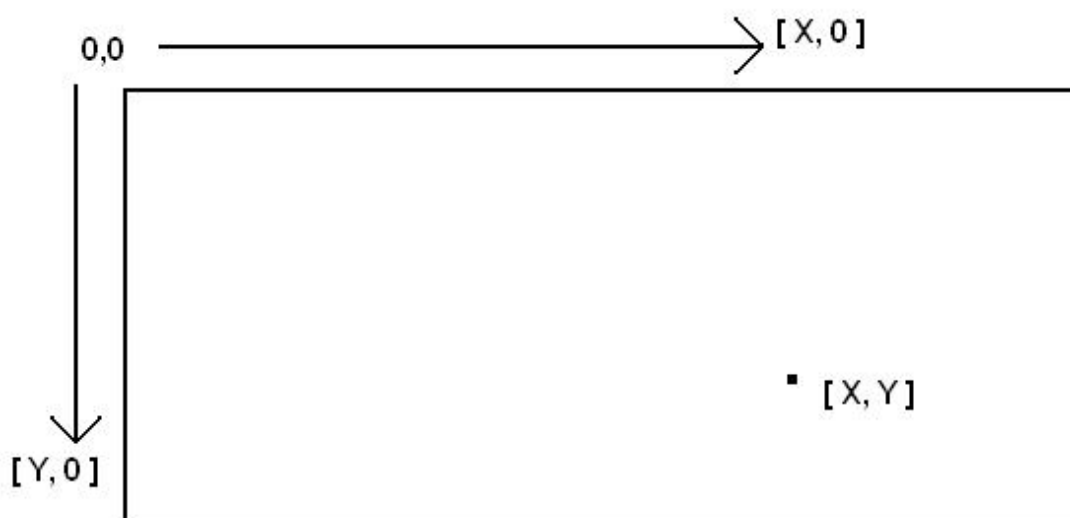
Pokud jej chceme v PHP použít, musíme zvolit hlavičku obrázku `Header("Content-Type: image/jpeg");`.

JPEG je opět rastrová grafika. Používá ale ztrátovou kompresi pro fotorealistické zachycení daného jevu. Používá se tedy na tvorbu fotografií. Stejně tak lze použít i PNG, ale výsledný obrázek by měl při stejných rozměrech větší kapacitu. Pro web by byl tedy zcela nevhodný. JPEG nabízí také 24-bitovou barevnou hloubku.

JPEG bohužel nenabízí možnost tvorby průhledných obrázků, ale pro své předchozí vlastnosti se stal jedním z nejrozšířenějších typů obrázků na webu.

4.3.1.2 Souřadnicový systém obrázku

Při tvorbě obrázků v PHP se pohybujeme po pracovní ploše ve dvou osách, X a Y . Orientace v obrázku je stejná, jako jsme zvyklí v klasických kreslicích programech (Malování, Paint Shop Pro). Pokud tedy hodnoty $[x, y]$ zadáme jako $[0, 0]$, bude tento bod v levém horním rohu. Se zvyšujícími hodnotami x a y se pohybujeme více vpravo (osa X), níže v ploše obrázku (osa Y).



Obr. 4-2 Souřadnicový systém obrázku (Burel, 2008a)

4.3.1.3 Nastavení parametrů obrázku

Před začátkem práce, pokud vytváříme zcela nový obrázek, je potřeba definovat některé parametry. Mezi ty základní se řadí:

- rozměry obrázku (výška a šířka)
- používané barvy
- používaný font
- tloušťka používaných čar

4.3.1.4 Vytvoření obrázku

Na začátku každého souboru je vždy uvedena hlavička, která obsahuje popis typu souboru. Stejně je tomu i v případě obrázků vygenerovaných v PHP (více kapitola 4.3.1.1 Před začátkem práce s obrázkem). K dispozici jsou nám tyto formáty:

```
Header('Content-Type: image/jpeg')
Header('Content-Type: image/png')
```

Poznámka: Funkci `Header()` můžeme v celém dokumentu použít pouze jednou. Pokud chceme například soubor *obrazek.php* přímo vykreslit, nesmí nikde v celém souboru být již jiný tag než `<?php ... ?>`.

Pro vlastní vytvoření obrázku použijeme funkce:

```
integer ImageCreate(integer «šířka», integer «délka»)
integer ImageCreateTrueColor(integer «šířka», integer «délka»)
```

Obě funkce vrací číselnou hodnotu, pod kterou s obrázkem dále pracujeme. Vytvoří obrázek (kreslicí plochu neboli pracovní plochu) o velikostech «šířka» x «délka».

Funkce `ImageCreate()` má podporu ve všech knihovnách GD, `ImageCreateTrueColor()` je silně závislé na verzi GD knihovny a PHP. Navíc v ní nebývá podporován obrázek ve formátu GIF. Proto budou následující vytvořené obrázky ve formátu PNG.

Příklad použití:

```
Header('Content-Type: image/png');
$sirka = 800;
$vyska = 560;
$obrazek = ImageCreateTrueColor($sirka, $vyska);
```

Proměnná `$sirka` udává šířku obrázku v pixelech¹⁰, proměnná `$vyska` udává šířku obrázku v pixelech. V dalších funkcích je již používána pouze proměnná `$obrazek`.

¹⁰ *Pixel* – obrazový bod

4.3.1.5 Nastavení barev

Každou barvu, kterou chceme používat při práci v obrázku, musíme nejprve definovat. Barvy definujeme zápisem její hodnoty v RGB¹¹.

```
integer ImageColorAllocate(resource «obrázek», integer «R», integer «G», integer «B»)
```

Funkce tedy v «obrázek» alokuje (namíchá) jednotlivé barvy. Jednotlivé hodnoty «R», «G», «B» jsou zapisovány v desítkové soustavě. Mají rozsah 0 až 255, což je rozsah jednoho bytu. Na alokovanou barvu se můžeme opět odkazovat její číselnou hodnotou, nebo jak je ukázáno v příkladu.

Příklad použití:

```
$cervena = ImageColorAllocate($obrazek, 255, 0, 0);
```

4.3.1.6 Zbarvení pozadí obrázku

Použijeme-li k vytvoření obrázku funkci **ImageCreate()** nebo **ImageCreateTrueColor()** je podklad obrázku obarven na černo. Pokud chceme změnit tuto barvu na jinou, můžeme použít následující funkci:

```
boolean ImageFill(resource «obrázek», integer «x», integer «y», integer «barva»)
```

Vybarvíme pracovní plochu v «obrázek» na «barva». Počáteční bod, od kterého můžeme nastavit podbarvení má souřadnice [«x», «y»].

Příklad použití:

```
$sirka = 800;  
$vyska = 560;  
ImageFill($obrazek, 0, 0, $cervena);
```

¹¹ RGB – aditivní způsob míchání barev používaný v monitorech a projektorech (*R* – red – červená složka barvy, *G* – green – zelená složka barvy, *B* – blue – modrá složka barvy)

4.3.1.7 Nakreslení jednoho bodu

Nakreslení bodu lze použít pro vykreslování grafických závislostí některých funkcí.

```
boolean ImageSetPixel(resource «obrázek», integer «x», integer «y»,  
integer «barva»)
```

Vykreslí bod do «obrázek» na souřadnicích [«x», «y»] zvolenou barvou «barva».

Příklad použití:

```
$x = 45;  
$y = 63;  
ImageSetPixel($obrazek, $x, $y, $cervena);
```

4.3.1.8 Tloušťka čar

Pro kreslení je důležité odlišit některé zobrazované elementy tloušťkou jejich čar, stejně jako v technickém kreslení. To lze nastavit použitím funkce:

```
boolean ImageSetThickness(resource «obrázek», integer «tloušťka»)
```

Funkce nastaví tloušťku čar v celém «obrázek» na «tloušťka». Hodnota «tloušťka» je udávána v pixelech.



Obr. 4-3 Ukázka tloušťky čar v PHP (Burel, 2008a)

Příklad použití:

```
$tloustka_car = 3;  
ImageSetThickness($obrazek, $tloustka_car);
```

Tloušťka čar se projevuje tak, pokud je nastavena hodnotu jinou než 1, že se na obě strany nakresleného elementu rozdělí rovnoměrně. Pokud tedy zadáme hodnoty x a y, pro nakreslení linky, pak se kolem nich daný element (čára) rozšíří. Nastavení tloušťky čar je platné, dokud jej v rámci «obrázek» nenastavíme na jinou hodnotu. Platí pro nakreslené mnohoúhelníky, čáry a kruhové výseče.

4.3.1.9 Kreslení čar

Při kreslení čar musíme uvést její výchozí a koncový bod (vlastně jakou bude mít délku) a barvu. Použijeme funkci:

```
boolean ImageLine(resource «obrázek», integer «x1», integer «y1»,  
integer «x2», integer «y2», integer «barva»)
```

Nakreslí do «obrázek» čáru se stanoveným výchozím bodem o souřadnicích [«x1», «y1»], koncovým bodem [«x2», «y2»] a zvolenou barvou «barva».

Příklad použití:

```
$sirka = 800;  
ImageLine($obrazek, 0, 0, $sirka - 1, 0, $cervena);
```

4.3.1.10 Kreslení mnohoúhelníků

Kreslení různých mnohoúhelníků lze realizovat dvěma způsoby. Buď je skládat z jednotlivých čar, což je velmi zdlouhavé, nebo je nakreslit pomocí jedné funkce. V této funkci přímo zadáme, o jaký mnohoúhelník se jedná. Použijeme funkci:

```
boolean ImagePolygon(resource «obrázek», array «vrcholy»,  
integer «počet vrcholů», integer «barva»)
```

Nakreslí do «obrázek» mnohoúhelník se stanovenými vrcholy «vrcholy», o zadaném počtu vrcholů «počet vrcholů», zvolenou barvou «barva». Jednotlivé vrcholy se zadávají do pole v pořadí od prvního po poslední ve svých [x, y] souřadnicích.

Je-li počet zadaných vrcholů v poli «*vrcholy*», vyšší než hodnota «*počet vrcholů*» je skript vykonán a obrázek vykreslen. Pokud je však hodnota «*počet vrcholů*» vyšší obrázek se nevykreslí a uživateli se vrátí chybová hláška: „Obrázek “*adresa obrázku*” nelze zobrazit, protože obsahuje chyby.“

Příklad použití:

```
$sirka = 800;  
$vyska = 560;  
ImagePolygon($obrazek, array(  
    0, 0,  
    $sirka - 1, 0,  
    $sirka - 1, $vyska - 1,  
    0, $vyska - 1,)  
4, $barva);
```

4.3.1.11 Kreslení elips a kružnic

Kružnice je zvláštní případ elipsy, která má stejně dlouhou hlavní a vedlejší osu. Proto je v PHP pouze jedna funkce na kreslení tohoto elementu.

```
boolean ImageEllipse(resource «obrázek», integer «střed x»,  
integer «střed y», integer «šířka», integer «výška», integer «barva»)
```

bude vytvořena elipsa do «*obrázek*», s polohou středu [«*střed x*», «*střed y*»] s délkou hlavní osy «*šířka*», délkou vedlejší osy «*výška*». Barva bude nastavena na «*barva*».

Příklad použití:

```
$x = 23;  
$y = 43;  
$prumer = 25;  
ImageEllipse($obrazek, $x, $y, $prumer, $prumer, $cerna);
```

Takto zadaná funkce vykreslí kružnici

4.3.1.12 Psaní textu do obrázku

Pro psaní textu do obrázku lze použít více funkcí. V zásadě je můžeme rozdělit do dvou kategorií:

4.3.1.12.1 S použitím základního vestavěného fontu

Toto je jednodušší způsob jak vepsat text do obrázku. Nelze nastavovat tolik parametrů textu, jako je sklon a vlastní font. Pro práci se používají bitmapové fonty.

```
boolean ImageString(resource «obrázek», integer «velikost písma»,  
integer «x», integer «y», string «řetězec», integer «barva»)
```

Vypíše do «obrázek» zvolenou velikostí písma «velikost písma» v rozsahu 1 až 5, na pozici [«x», «y»] text «řetězec» zvolenou barvou «barva».

Pokud potřebujeme vypsát text nakloněný o 90 °, pak je k dispozici funkce:

```
boolean ImageStringUp(resource «obrázek», integer «velikost písma»,  
integer «x», integer «y», string «řetězec», integer «barva»)
```

Ze syntaxe je zřejmé, že vstupní parametry funkce jsou shodné jako u funkce **ImageString()**.

Příklad použití:

```
$velikost_pisma_legenda = 3;  
$x = 20;  
$y = 30;  
ImageString($obrazek, $velikost_pisma_legenda, $x, $y, "Legenda:",  
$cervena);
```

Celý font lze změnit pro funkce **ImageString()** a **ImageStringUp()** lze změnit funkcí **ImageLoadFont()**.

4.3.1.12.2 S použitím volitelného True Type fontu

Pokud použijeme tento způsob, neměl by být problém s použitím češtiny, tedy diakritických znamének nad písmeny ani s použitím „nestandardních“ znaků.

```
array ImageTTFText(resource «obrázek», float «velikost», float  
«naklon», integer «x», integer «y», integer «barva», string «font»,  
string «řetězec»)
```

Díky této funkci můžeme napsat i text kurzívou uvedením náklon písma «*naklon*» ve stupních. Volba fontu je provedena parametrem «*font*». Pokud chceme text vypsát kurzívou, nebo tučně, je potřeba podle toho zvolit font. Toto písmo je pak doporučeno mít uložené ve stejné složce jako je prováděný PHP skript. Parametr «*velikost písma*» je udáván v pixelech. Ostatní parametry, «*obrázek*», «*x*», «*y*», «*řetězec*» a «*barva*», jsou shodné jako u funkcí `ImageString()` a `ImageStringUp()`.

Příklad použití:

```
$velikost_pisma = 13;  
$x = 20;  
$y = 30;  
$font = "arial.ttf";  
$nadpis = "Let (golfového) míčku v odporovém prostředí";  
ImageTTFText($obrazek, $velikost_pisma, 0, $x, $y, $cerna, $font,  
$nadpis);
```

Poznámka: Na některých serverech je potřeba volat funkci `realpath()`. Funkce vrátí standardizovanou symbolickou adresu na umístění fontu na serveru.

Příklad použití:

```
$font = "cour.ttf";  
$font = realpath("./".$font);
```

4.3.1.13 Zakončení práce s obrázkem

Když je celý obrázek předchozími funkcemi vytvořen v paměti serveru, použijeme funkci k jeho zobrazení nebo je ho uložení na server a následné použití.

```
boolean ImagePng(resource «obrázek»[, string «soubor» [,  
int «kvalita»]])  
boolean ImageJpeg(resource «obrázek»[, string «soubor» [,  
int «kvalita»]])
```

Zobrazí/uloží «obrázek» do souboru «soubor» (nepovinný parametr), v požadované kvalitě «kvalita» (nepovinný parametr).

Příklad použití:

```
ImagePng($obrazek);
```

Protože i toto jednoduché pracování s obrázky je vlastně programování, je nutné celou použitou paměť na tvorbu obrázku opět uvolnit.

```
boolean ImageDestroy(resource «obrázek»)
```

Odstraní z paměti serveru «obrázek».

Příklad použití:

```
ImageDestroy($obrazek);
```

4.3.2 Tvorba obrázků pomocí SVG

Jako další možný grafický výstup je použití technologie SVG (*Scalable Vector Graphics*). Jedná se o značkovací jazyk (podobný jako HTML) popisující dvojrozměrnou vektorovou grafiku pomocí XML¹². Oproti použité statické technologii v PHP nabízí SVG mnoho transformací vygenerovaného obrázku (ořezávání objektů, alpha masking, interaktivitu, filtrování obrazu, natáčení jednotlivých prvků, sytost barev). V SVG lze také vytvořit animaci, což je velmi dobře použitelné při výuce fyziky. Uživatel si po uložení souboru s obrázkem stáhne vlastně jeho zdrojový kód, který si může libovolně upravovat podle vlastních potřeb. Ovšem nevýhodou lze vidět v tom, že k prohlížení obrázku vytvořeného v SVG je potřeba novější internetový prohlížeč (Firefox 3 a vyšší, Microsoft Internet Explorer 7 a vyšší, Opera 9 a vyšší).

Pro tvorbu obrázků se používají jednoduché tagy, kterým člověk znalý tvorby webu velmi rychle porozumí.

Stejně jako v případě obrázků v PHP a CSS, i zde platí, že ten prvek, který je v kódu později, je viděn výše. To lze ovšem změnit právě s použitím CSS a stylování jednotlivých prvků.

Jako vhodné se jeví kombinace PHP a SVG. V PHP se provedou potřebné výpočty, a jako výstup bude vygenerovaný SVG soubor.

¹² XML – Extensible Markup Language - česky rozšiřitelný značkovací jazyk

4.4 Internet

„Internet je celosvětový systém navzájem propojených počítačových sítí („sít' sítí“), ve kterých mezi sebou počítače komunikují pomocí rodiny protokolů TCP/IP. Společným cílem všech lidí využívajících Internet je bezproblémová komunikace (výměna dat).

Nejznámější službou poskytovanou v rámci Internetu je WWW (kombinace textu, grafiky a multimédií propojených hypertextovými odkazy) a e-mail (elektronická pošta), avšak nalezneme v něm i desítky dalších. Laici někdy spojují pojmy WWW a Internet, i když WWW je jen jednou z mnoha služeb, které na Internetu nalezneme.“ (Internet - Wikipedie, otevřená encyklopedie, 2009).

Pro výše uvedené skutečnosti je internet vhodný jako prezentační médium. Vzhledem ke svojí dostupnosti a do jisté míry i jednoduchosti.

Uživateli stačí pouze znát adresu požadovaného webu a o nic víc se již nemusí starat. Adresu zadá do prohlížeče a pak již pracuje s poskytovanými informacemi. Proto je i výstup této práce umístěn na web. Jeho adresa je modelace.ic.cz. Zde se uživatel dozví, co je to modelování ve fyzice, základní teorii k uvedeným příkladům a možnosti si libovolně namodelovat jednotlivé situace (příklady s jízdním kolem, let golfového míčku, pád parašutisty).

5 Fyzika ve sportu

V následujících kapitolách se budu podrobněji zabývat třemi sporty. Cyklistikou, golfem a parašutismem. Na každý ze sportů nabízím pohled odborníků z různých oborů (technik, sportovec, fyzik, informatik). Ke každému ze sportů je vytvořen minimálně jeden vyřešený příklad a sada několika fyzikálních modelací.

5.1 Jízdní kolo

Se stále zvyšujícím se počtem automobilů na silnicích se zdá, že cyklistika jako sport je pomalu vytlačována. Stačí se ale podívat na skladbu účastníků silničního provozu v odpoledních hodinách, když je krásné počasí. Poměr automobilů a cyklistů se v tento čas mění a to směrem k vyššímu počtu cyklistů. Je to dáno převážně sedavým zaměstnáním. Lidské tělo bylo již od „nepaměti“ zvyklé být v pohybu. Jednak kvůli predátorům, kteří člověka ohrožovali, a jednak také kvůli získání potravy pro svoji tlupu.

Z hlediska zdravotního je velmi často doporučována jízda na kole hlavně lidem s nadváhou, aby měli aspoň nějakou fyzickou aktivitu a přitom si šetřili své, již tak namáhané klouby kolen a kyčlí. Jízda na kole je tedy pro člověka velmi příjemný druh pohybu a vítaná relaxační aktivita pro mozek.

Kolo je nejen dopravní prostředek, ale také nástroj pro cvičení, zvyšování sebekázně, zlepšování psychického stavu, někdy se dokonce jedná i o skupinovou aktivitu. Častokrát je uživatel nucen provést základní údržbu. V případě poruchy na cestách rozšiřuje technické schopnosti jeho majitele při jejím odstraňování. K uvedeným skutečnostem navíc přispívá fakt, že kolo je většině populace cenově dostupné.

Pokud se na kolo podíváme z hlediska fyziky a techniky, je na něm spojeno mnoho technických řešení (páka, setrvačnost, tření). Všechna z nich, aniž si to uvědomujeme, využívá základních zákonitostí fyziky, proto je kolo velmi vhodnou učební pomůckou ve výuce na základní škole. Jízdní kolo (bicykl) tak můžeme použít jako spojovací článek při tvorbě mezipředmětových vztahů mezi fyzikou, technickou výchovou, informatikou a dalšími (Kašpar, 1982).

V této kapitole bude předvedeno, jak lze využít počítání s převody. To že máme na kole v současnosti 18 či více rychlostí je pro nás jistou výhodou, ovšem umíme jich správně využívat jak z hlediska technického, tak i z hlediska fyziky? Máme vždy správně zařazeno? Šlapeme do pedálů správně? Nejsou některé převody na kole zbytečně a nezvyšujeme si tak zbytečně hmotnost kola?

Otázku „*Nejsou některé převody na kole zbytečně a nezvyšujeme si tak zbytečně hmotnost kola?*“ si klade i Machová (Machová, 1995). Domnívám se, že není v současnosti na místě, protože technologie pokročila kupředu, a jednotlivá kolečka jsou vyráběna z lehčených materiálů. Mimo to jsou z nich odvrtny přebytečné části materiálu. A druhý aspekt nevhodnosti této otázky spatřuji v tom, že lze rapidně snížit hmotnost rámu kola použitím kompozitních materiálů (uhlíková vlákna, HFS trubky). I vhodnou volbou dalších komponentů lze snížit hmotnost bicyklu.

Na druhou stranu je daleko jednodušší a ekonomičtější snížit hmotnost samotného cyklisty, než se snažit pořídit co nejlehčí bicykl. (Uhlík, 2005)

5.1.1 Cyklistika z pohledu sportovce

5.1.1.1 Základní názvosloví

- pedál – cyklista na nich stojí, šlapáním do nich pohání bicykl
- kliky – je na nich připevněn pedál
- převodník – ozubená kolečka na talíři u pedálů, pevně spojen s klikami
- pastorek – ozubená kolečka na kazetě na zadním kole
- řetěz – slouží k přenosu momentu z převodníku na pastorek
- převody – spojení převodníku s pastorkem přes řetěz, slouží jako přizpůsobení mezi rychlostí a kadencí pro aktuální výkon cyklisty
- kadence – frekvence šlapání do pedálů, počet otočení klik o 360° za minutu

5.1.1.2 Kadence

Frekvence šlapání, neboli v cyklistickém světě kadence. Udává počet otáček klik za minutu. Laicky řečeno je to údaj, ze kterého lze vyčíst, jakou rychlostí cyklista „šlape do pedálů“.

Každý profesionální cyklista zná hodnotu svojí frekvence a servisní tým mu podle ní nastavuje převody pro danou etapu či celý závod. Hodnota frekvence pak mírně kolísá okolo této hodnoty. Šestinásobný vítěz Tour de France, Lance Armstrong, dosahuje frekvence 110 otáček / minutu, kterou je schopen udržet po většinu etapy. Tato frekvence je odborníky často označovaná jako „fenomenální“. Je ale nutno dodat, že této hodnoty dosahuje na lehčích převodech v porovnání s ostatními.

Rekreační cyklisté, což je asi 90 % cyklistické populace, mívají tuto frekvenci šlapání v rozsahu 60 až 80 otáček / minutu. Závodní cyklisté v rozsahu 80 až 120 otáček / minutu. Sprinteři na krátké tratě mohou mít frekvenci i vyšší než 170 otáček / minutu.

Nižší 60 až 80 otáček / minutu jsou aplikovány při jízdě s vyšší zátěží, což je jízda do kopce v sedle nebo ze sedla. Vyšší frekvence 80 až 120 otáček / minutu jsou používány při nižší zátěži, tedy jízdě po rovině v sedle nebo ze sedla (Jelínek, 2006).

Pro udržení vhodné kadence cyklistům pomáhá správná hudba. Proto na velkých podnicích vidíme cyklisty se sluchátky.

Ze závodní praxe vyplývá, že v kopcích je trvalejší a efektivnější vyšší kadence, než pouze spoléhat na nabytou sílu v tréninku. Sílu a kadenci je samozřejmě ideální mít co nejvyšší.

Je důležité zmínit, že s rostoucí frekvencí se zvyšuje také namáhání kardiovaskulárního systému. Dlouhodobější udržení vysoké frekvence pro netrénovaného jedince může mít za následek přetížení organismu a hlavně zvýšený kyslíkový dluh. Z praxe vyplývá, že nejnižší spotřebu kyslíku má tělo při frekvenci 40 až 60 otáček / minutu. Spotřeba kyslíku se pak pohybuje lehce nad hodnotou spotřeby klidového organismu.

5.1.1.2.1 Určení kadence

Lze ji určit jak na klasickém bicyklu, tak třeba i na spinningovém stroji. V tomto případě se nám nejedná přímo o její číselnou hodnotu, ale o určení správného rytmu jízdy na bicyklu.

Postup je následující:

- nastavíme si zatížení téměř rovné hraniční hodnotě našeho výkonu
- poté začneme mírně měnit kadenci šlapání, až dosáhneme nejnižší hodnoty tepové frekvence pro určitý výkon, zjistíme tak i požadovanou optimální kadenci
- optimální kadence má takovou hodnotu, kdy mají naše svaly optimální pohyb, dynamiku, a dokážeme tak efektivně využít náš silový potenciál

5.1.1.3 Technika šlapání do pedálů

Základním kamenem jízdy na bicyklu je šlapání do pedálů. Pokud chceme správně a účinně šlapat, musí tento děj probíhat po kruhové dráze bez trhavých pohybů.

Správnému kruhovému šlapání se naučíme při jízdě na lehké převody. Špička směřuje pod malým úhlem, mírně směrem dolů. Po překonání horní úvratě, zvyšujeme působící sílu na pedál. Špička nohy je stále mírně nakloněna dolů. Po dosažení dolní úvratě začínáme nohu „tahat“ zpět. Špička je stále mírně nakloněna směrem dolů. Těsně před horní úvratí chodidlo mírně propneme a pata směřuje mírně dolů. Celý cyklus se opakuje a platí pro obě nohy.

Pokud šlapeme z horní do dolní úvratě, zapojujeme svaly stehenní. Pokud „taháme“ zapojujeme svaly stehenní a lýtkové.

Špatný návyk šlapání si vytváříme, pokud používáme nevhodnou obuv. Tedy klasickou sportovní s měkkou podrážkou. Pokud je noha na pedálu volně položená, pak se může po pedálu smýkat, a nepůsobíme na pedál maximální silou, kterou naše svaly vyprodukují. Část sil spotřebováváme na udržení nohy na pedálu. Další zápor tkví v tom, že cyklista nemůže „tahat“ pedál nahoru a zvýšit tak působící sílu. Smýkání a snížení spotřeby sil na udržení nohy na pedálu lze částečně zabránit používáním klipsen¹³.

Pro výše uvedený styl šlapání je nutné používat nášlapné pedály tzv. SPD¹⁴. Do nich pak potřebné boty, tretry. Tretry jsou k pedálům připevněny v místech, kde končí prsty a začíná ploška chodidla. V tomto uchycení dokážeme vyvinout největší sílu působící na pedály kola.

Pro určení naší techniky šlapání slouží jednoduchý test:

- rozjedeme se po zpevněné vozovce
- zařadíme nejlehčí převod
- stále se snažíme udržet původní rychlost
- začínáme-li se na sedle kývat, pak „na kole běháme“ a měli bychom svůj styl změnit, pokud chceme dosahovat lepších výsledků s nižším úsilím

¹³ klipsna, klipsa – úchytky k upevnění nohy v pedálu jízdního kola

¹⁴ SDP – Shimano Pedaling Dynamics

Stejně tak jako je důležitá správná technika šlapání, je důležité i správné nastavení sedla. Jeho výška, délka a vzdálenost od řídítek. Pokud sedíme na sedle a máme na pedálech položené paty, musíme okroužit celou trajektorii pedálů, aniž bychom se na sedle kolíbali.

5.1.2 Cyklistika z pohledu technika

5.1.2.1 Průměr roztečné kružnice ozubeného kola

Běžně se setkáváme s tím problémem, že si dokážeme zjistit počet zubů na převodníku i pastorku. Většinou nám prodejce počty zubů na jednotlivých ozubených kolech sdělí, nebo si je najdeme v dokumentaci bicyklu. Málo kdy se nám však podaří zjistit poloměry jednotlivých ozubených kol.

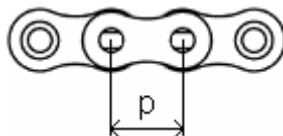
V technické praxi se s tímto problémem můžeme také setkat. Technici tento problém ovšem umí vyřešit početně:

$$d_t = \frac{p}{\sin \frac{180^\circ}{z}} \quad (5.1)$$

kde: d_t – průměr roztečné kružnice ozubeného kola (pro naše potřeby průměr ozubeného kola)

p – rozteč řetězu (detail na obrázku Obr. 5-1)

z – počet zubů ozubeného kola



Obr. 5-1 Detail řetězu, naznačena rozteč řetězu

Laicky lze průměr ozubeného kola také zjistit:

$$d_t = \frac{z \cdot p}{p} \quad (5.2)$$

kde: d_t – průměr roztečné kružnice ozubeného kola (pro naše potřeby průměr ozubeného kola)

p – rozteč řetězu (detail na obrázku Obr. 5-1)

z – počet zubů ozubeného kola

Poznámka: součinem ($z \cdot p$) určíme obvod ozubeného kola.

5.1.3 Cyklistika z pohledu fyzika

Pokud se cyklista řídí výše uvedenými pokyny ohledně šlapání do pedálů, zvyšuje tak svoji účinnost, respektive přenos síly nohou na pedály je vyšší a efektivnější. Otáčivé účinky síly nohou na kliky, potažmo i převodník jsou pak největší. To není nic jiného, než moment síly. Moment síly je definován jako součin kolmé vzdálenosti od osy síly od daného bodu a síly.

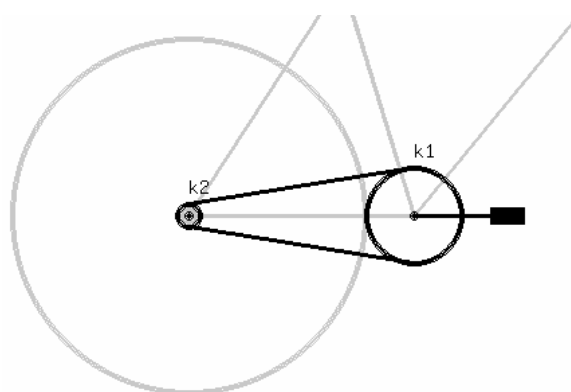
$$\mathbf{M} = \mathbf{r} \times \mathbf{F} \quad (5.3)$$

V našem případě je rameno síly kliky, a síla je rovna součtu působících sil nohou na pedály a případně i tíhy cyklisty.

V ideálním případě můžeme uvažovat, že cyklista působí na převodník pod úhlem, který je k němu tečnou.

Momentu sil se používá i při výpočtech s jednoduchými stroji, jako je páka, kolo na hřídeli, ozubená kola nebo převodní řetězy. Právě u bicyklu je v hnací soustavě tento princip využíván, je to vlastně kolo na hřídeli. Usnadňuje nám tak konání práce, tedy působením menší síly dosáhneme téhož, pokud úměrně zvýšíme dráhu.

Pokud se blíže podíváme na hnací ústrojí, lze v něm najít dvě kola na hřídeli viz Obr. 5-2.

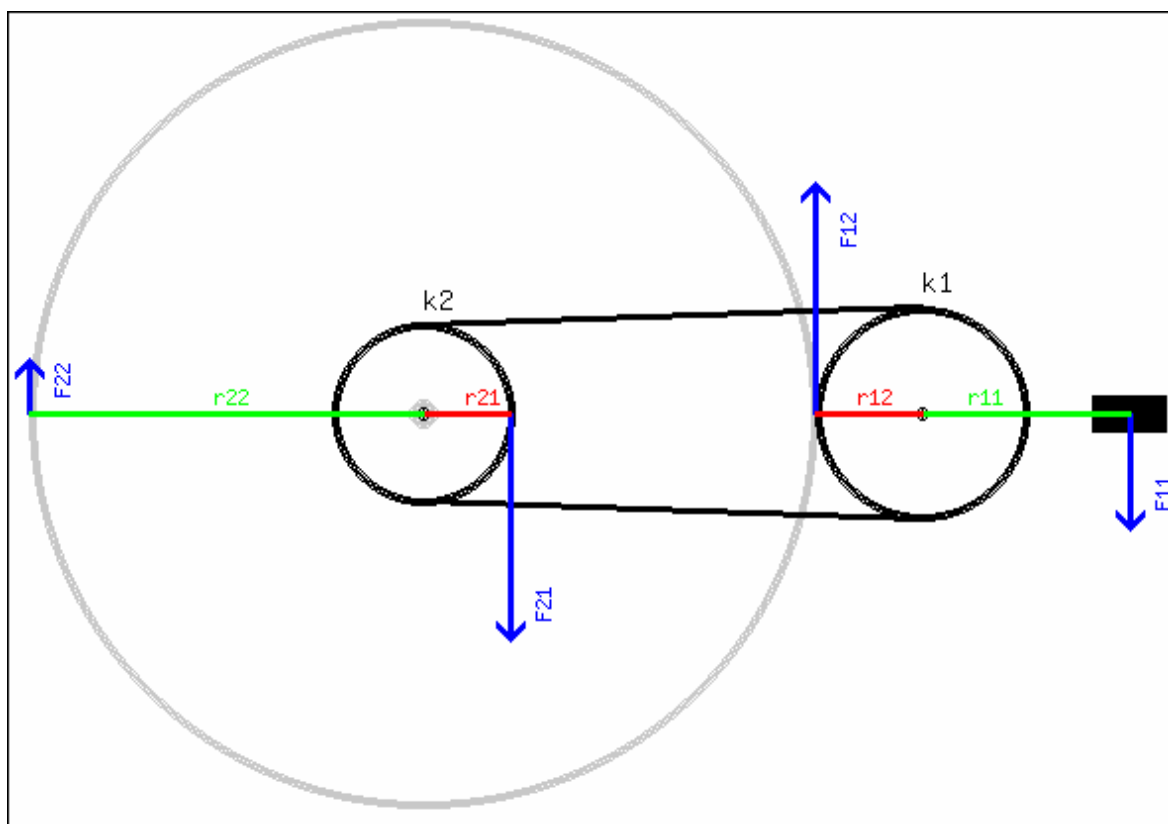


Obr. 5-2 Detail hnacího ústrojí bicyklu

Jsou to:

- klika s převodníkem (k1)
- pastorek s hnaným kolem (k2)

Zakreslením působících sil a znázorněním ramen sil, lze určit jednotlivé momenty působících sil, jak je znázorněno na Obr. 5-3.



Obr. 5-3 Znázornění působících sil na bicyklu - pohled na převodový systém

Z Obr. 5-3 pro momenty sil platí:

$$M_{11} = M_{12}$$

$$r_{11} \cdot F_{11} = r_{12} \cdot F_{12}$$

$$F_{12} = F_{21}$$

$$M_{21} = M_{22}$$

$$r_{21} \cdot F_{21} = r_{22} \cdot F_{22}$$

Po úpravě:

$$F_{21} = F_{12} = \frac{r_{11} \cdot F_{11}}{r_{12}}$$

Předpokládejme, že momenty sil (M_{21}) a (M_{22}) si jsou rovny, pak lze psát:

$$M_{21} = M_{22}$$

$$M_{22} = r_{22} \cdot F_{22}$$

$$F_{22} = \frac{M_{22}}{r_{22}} = \frac{M_{21}}{r_{22}} = \frac{r_{21} \cdot F_{21}}{r_{22}} = \frac{r_{21} \cdot \frac{r_{11} \cdot F_{11}}{r_{12}}}{r_{22}} = \frac{r_{11}}{r_{12}} \cdot \frac{r_{21}}{r_{22}} \cdot F_{11}$$

Výsledná síla působící na hnané kolo:

$$F_{22} = \frac{r_{11}}{r_{12}} \cdot \frac{r_{21}}{r_{22}} \cdot F_{11} \quad (5.4)$$

kde: F_{11} – síla nohou působící na pedály a kliky

r_{11} – rameno síly F_{11} , délka klik

F_{12} – síla, kterou působí převodník na řetěz

r_{12} – rameno síly F_{12} , poloměr převodníku

F_{21} – síla, kterou působí řetěz na pastorek

r_{21} – rameno síly F_{21} , poloměr pastorku

F_{22} – síla, působící na hnané kolo, které je ve styku s vozovkou

r_{22} – rameno síly F_{22} , poloměr hnaného kola

Vidíme tedy, že výsledná síla působící (F_{22}) závisí na síle, kterou působíme na pedály a poměru ramen jednotlivých sil. Vlastně na poměru délky klik s poloměrem převodníku a poměru poloměrů pastorku a hnaného kola.

Pokud je zvolen převod „do kopce“, v technické praxi se nazývá převod do pomala (převodník co nejmenší kolečko, pastorek co největší kolečko), tak na jednu otáčku klik (a zároveň i převodníku) vykoná pastorek necelou otáčku. Dospěli jsme k tomuto výsledku:

Když se převodník otočí o úhel¹⁵ (α), pak se řetěz posune o vzdálenost ($R \cdot \alpha$). O stejnou vzdálenost, jako se posune řetěz, se otočí i pastorek. Pastorek se otočí o úhel¹⁶ (β). Protože se vzdálenosti, které urazí řetěz na převodníku i na pastorku se sobě rovnají, můžeme psát:

$$R \cdot a = r \cdot b \quad (5.5)$$

Pro určení úhlu otočení pastorku pak pouze upravíme vztah (5.5) a vyjde:

$$b = \frac{R \cdot a}{r}$$

Další úpravou získáme převodový poměr (i):

$$i = \frac{b}{a} = \frac{R}{r} \quad (5.6)$$

kde: i – převodový poměr

R – poloměr převodníku (hnací kolečko)

α – úhel otočení převodníku

r – poloměr pastorku (hnané kolečko)

β – úhel otočení pastorku

^{15, 16} Velikost úhlu je zadávána v radiánech. Úplný úhel má 2π radiánů = 360 stupňů.

Z čehož vidíme, že poměr poloměrů pastorku a převodníku je stejně velký jako převrácená hodnota úhlu otočení pastorku a převodníku.

Ve stejném poměru jako jsou poloměry pastorku a převodníku je poměr počtu zubů jednotlivých ozubených kol a také frekvence otáčení jednotlivých kol, početně pak:

$$i = \frac{R}{r} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{f_1}{f_2} \quad (5.7)$$

kde: i – převodový poměr

R – poloměr převodníku (hnací kolečko)

r – poloměr pastorku (hnané kolečko)

z_1 – počet zubů převodníku

z_2 – počet zubů pastorku

f_1 – frekvence otáčení převodníku

f_2 – frekvence otáčení pastorku

Při zvoleném převodu „do kopce“, převod do pomala, je zřejmé, že převodový poměr musí být co nejnižší. U současných kol bývá nižší než 1.

Naopak pro převod „z kopce“, do rychla, volíme převody na pastorku a převodníku tak, aby převodový poměr byl co nejvyšší. U současných kol bývá okolo 4.

Pokud spočítáme obvod hnaného kola (o), které je ve styku s vozovkou, a tuto hodnotu vynásobíme poměrem poloměrů pastorku a převodníku (i), získáme vzdálenost (l), kterou můžeme ujet na jedno otočení klik. Početně pak:

$$i = \frac{R}{r}$$

$$o = 2 \cdot p \cdot r_{KOLA}$$

$$l = i \cdot o \quad (5.8)$$

kde: l – vzdálenost ujetá na jedno otočení klik

i – převodový poměr

o – obvod hnaného kola

Výpočet kadence je v podstatě jednoduchý. K její hodnotě vedou dvě cesty. Buď máme na cyklocomputeru funkci, která nám ji vypočítá sama, nebo si ji určíme. Postup je následující:

- na stopkách nastavíme 60 sekund, spustíme je
- budeme si počítat, kolikrát šlápneme do pedálů jednou nohou
- zjištěný počet podělíme 60 sekundami

$$f = \frac{n}{t} \quad (5.9)$$

kde: f – kadence, frekvence šlapání

n – počet šlápnutí do pedálů, jednou nohou

t – měřený čas

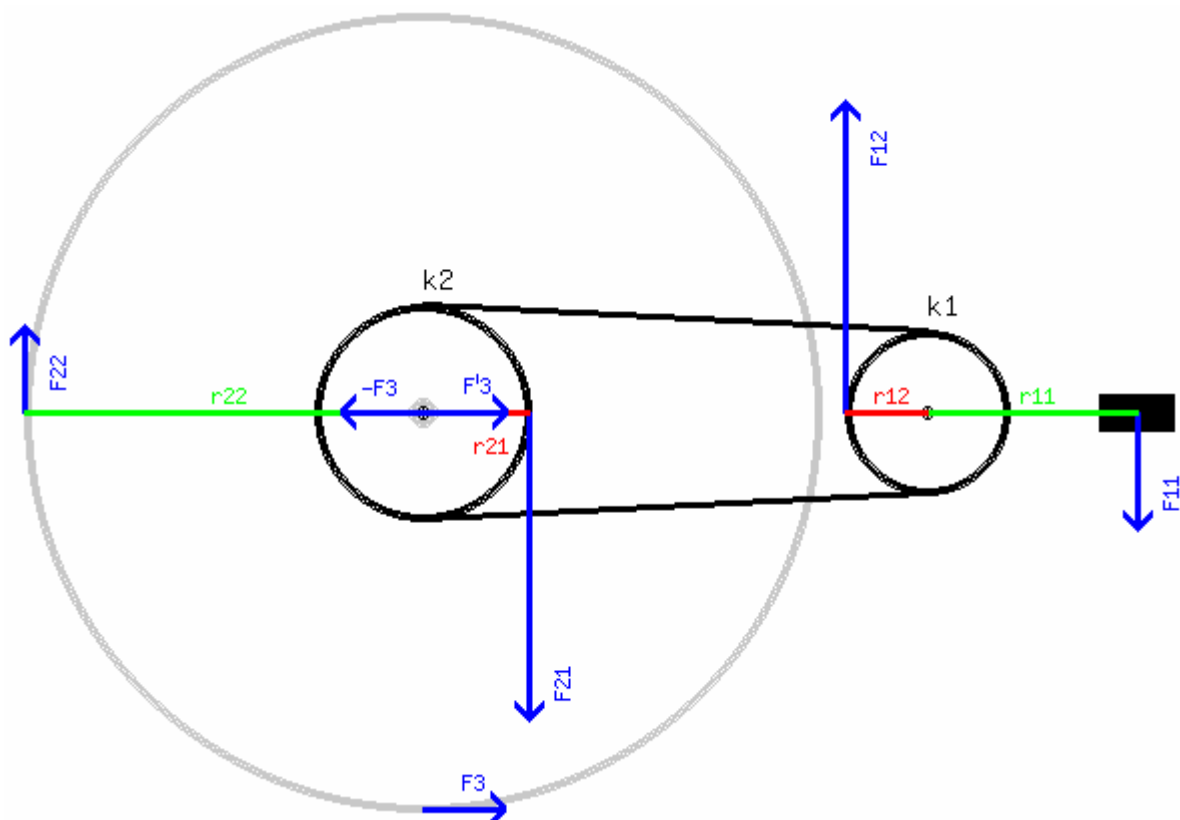
Hodnoty kadencí pro jednotlivé terény jsou uvedeny v kapitole 5.1.1.2 Kadence.

Výkon cyklisty můžeme určit jako sílu (F), kterou jeho svaly působí na pedál a dráhu (s) kterou opíše pedál za jednotku času. Pokud tyto veličiny vynásobíme, získáváme kýžený výkon cyklisty (P). Pak početně:

$$P = \frac{F \cdot s}{t}$$

5.1.3.1 Pohyb jízdního kola

Cyklista působí na pedály kolmo k převodníku, tedy silou kolmo dolů (pokud je klika ve vodorovné rovině), tehdy je moment sílu nejvyšší. Bicykl je tak uveden do pohybu směrem vpřed. Ovšem podle druhého Newtonova pohybového zákona má zrychlení stejný směr jako síla. Proto síla nemůže tělesu udělit zrychlení, jehož směr je kolmý na směr síly. Rozbor celé situace je na obrázku Obr. 5-4.



Obr. 5-4 Znárodnění sil působících pohyb bicyklu

Cyklista působí na pedály silou (F_{11}) na délce kliky, ramene (r_{11}), čímž vyvolá moment (M_{11}). Na převodníku je stejně velký moment (M_{12}) jako je moment klik (M_{11}).

Moment (M_{12}) se přenáší řetězem na pastorek, kde pak působí jako moment (M_{21}). Na zadní kolo působí moment (M_{22}). Moment (M_{22}) je součinem síly působící na vozovku v místě styku kola se zemí (F_{22}) a ramene síly, poloměru kola (r_{22}) (Kašpar, 1982).

Protože se jedná o kolo, je početně nevýznamné, jak jsou v obrázku znázorněny síly. Přesněji jejich pozice, důležité jsou pro nás jejich orientace. Pokud je potřeba, některé síly můžeme přenést, posunout po kružnici do požadované polohy, musíme však zachovat její původní velikost a orientaci.

Síla (F_{22}) má opačný směr vzhledem ke směru jízdy bicyklu. Vozovka působí proti síle (F_{22}) reakcí (F_3) $F_3 = -F_{22}$.

Reakce (F_3) je ekvivalentem síly, která působí pohyb bicyklu (F_3'). Síla (F_3') působí v ose zadního kola.

5.1.3.2 Příklady z cyklistiky

V následujících příkladech jsou poskytnuty náměty úloh, pomocí nichž si žáci procvičí teoretické znalosti v praxi.

Pokud není uvedeno jinak, zadávané hodnoty počtu zubů ozubených kol jsou platné pro bicykl „Merida Matts TFS XC 500-V“ katalogový list viz Příloha 1 - Katalogový list jízdního kola Merida Matts TFS XC 500-V (2009).

V příkladech je naznačen mezipředmětový vztah s technikou a zeměpisem.

5.1.3.2.1 Příklad 1

5.1.3.2.1.1 Zadání

Jakou by mohl mít cyklista nejnižší kadenci, pokud jel průměrnou rychlostí $32 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ na trati dlouhé 80 km ?

Kolo má průměr $26''$. Cyklista si může zvolit z následujících převodů (hodnoty udávají počet zubů na určitém kolečku):

Pastorek – 11, 12, 14, 16, 18, 21, 24, 28, 32 zubů

Převodník – 22, 32, 44 zubů

5.1.3.2.1.2 Řešení

Protože chceme zjistit nejnižší kadenci, budeme uvažovat, že cyklista měl zařazen tento převod: převodník 44 zubů, pastorek 11 zubů. To je převod do rychla, tedy používaný při jízdě z kopce. V praxi, ale bude využívat i jiné převody podle členitosti a náročnosti terénu.

- $z_1 = 44 \text{ zubů}$
- $z_2 = 11 \text{ zubů}$

Zápis veličin ze zadání:

$$s = 80 \text{ km} = 80\,000 \text{ m}$$

$$v = 32 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$$

$$d_{KOLA} = 26'' = 66,04 \text{ cm} = 0,66 \text{ m}$$

$$f = ?$$

spočítáme obvod zadního kola (o):

$$o = 2 \cdot p \cdot r_{KOLA} = p \cdot d_{KOLA} = p \cdot 0,66 = 2,07m$$

určíme převodový poměr (i):

$$i = \frac{z_1}{z_2} = \frac{44}{11} = 4$$

Spočítáme, jakou vzdálenost (l) cyklista ujede na kole při jednom otočení klik jako součin obvodu kola a převodového poměru:

$$l = o \cdot i = 2,07 \cdot 4 = 8,28m$$

Pokud známe vzdálenost, kterou ujede cyklista na jedno otočení klik (l), musíme určit počet „šlápnutí do pedálů“ (n). Pokud nám nevyjde po dělení celé číslo, musíme výsledek zaokrouhlit vždy k nejbližšímu vyššímu celému číslu.

$$n = \frac{s}{l} = \frac{80\,000}{8,28} \approx 9\,662$$

Poznámka: Pokud se cyklista účastní závodu na výše uvedené trati, tj. 80 km a má špatně nastavený obvod kola na svém cyklocomputeru byť jen o deset milimetrů, pak se tato odchylka velmi výrazně promítne do počítané vzdálenosti a také do špatného rozvržení jeho sil.

Pro určení kadence je potřeba vypočítat průměrný čas potřebný (t) pro zdolání trati:

$$t = \frac{s}{v} = \frac{80}{32} = 2,5h = 150\,min$$

Poznámka: Čas převedeme na minuty, protože kadence se udává v otáčkách za minutu.

Vlastní výpočet kadence (f) je již velmi jednoduchý. Víme, že je to počet otáček klik za minutu. Dosadíme tedy počet „šlápnutí do pedálů“ (n) a celkový čas potřebný k projetí trati v minutách:

$$f = \frac{n}{t} = \frac{9\,662}{150} \approx 64 \text{ ot. /min.}$$

Odpověď:

- Cyklista má nejnižší kadenci 64 ot. /min.

Poznámka: Hodnota kadence závisí na převodovém poměru a to nepřímo úměrně. Pokud celý příklad přepočítáme s převodem do pomala, ale stejnou délkou trati a průměrnou rychlostí, zjistíme kadenci blížíící se 200 ot. /min.

5.1.3.2.2 Příklad 2

5.1.3.2.2.1 Zadání

Jak velká je síla, kterou na zadní kolo působí řetěz přes pedál na klice, pokud cyklista působí na pedál silou 700 N ? Jakou vzdálenost lze na jedno „šlápnutí do pedálů“ ujet?

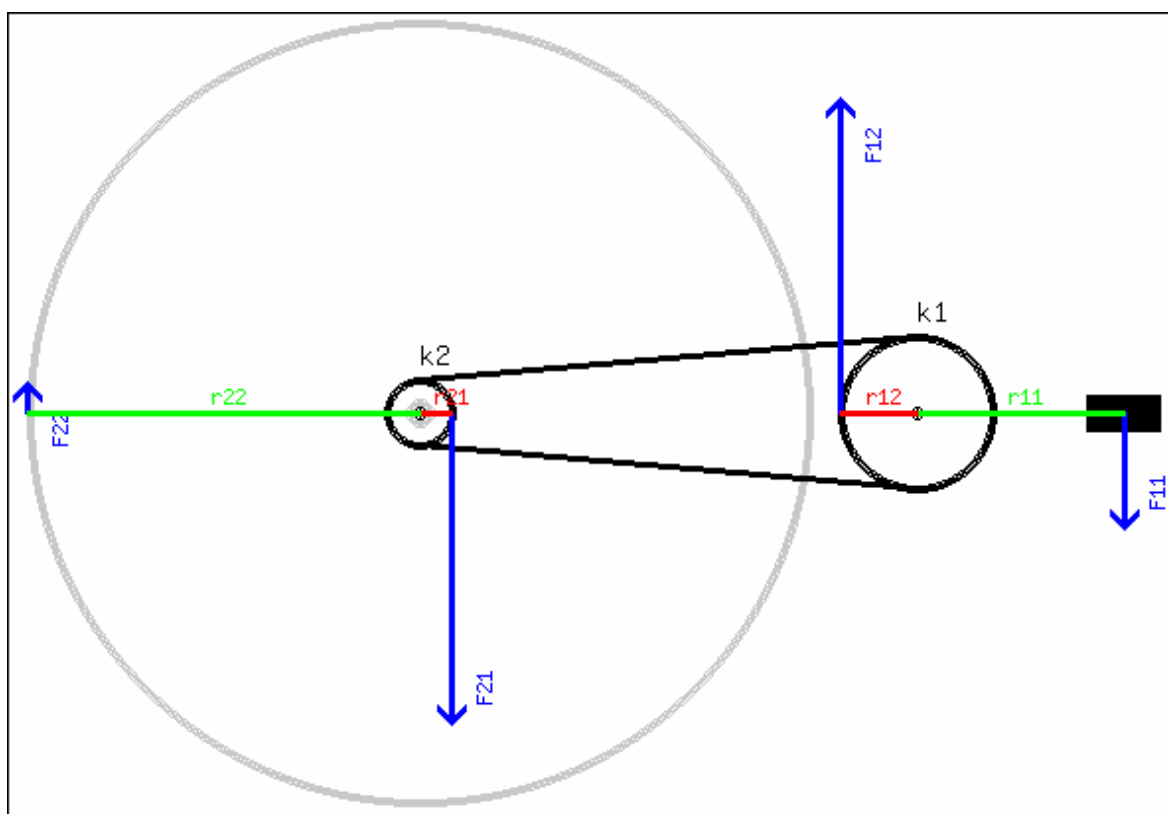
Kolo má průměr $26''$. Kliky mají délku 175 mm . Cyklista si může zvolit z následujících převodů (hodnoty udávají počet zubů na určitém kolečku):

Pastorek – 11, 12, 14, 16, 18, 21, 24, 28, 32 zubů

Převodník – 22, 32, 44 zubů

5.1.3.2.2.2 Řešení

Nákres celé situace:



Obr. 5-5 Zobrazení hnací soustavy bicyklu

Protože není potřeba, podávat extrémní výkony, zvolíme převod spíše pro rekreační jízdu:

- $z_1 = 14$ zubů
- $z_2 = 32$ zubů

Zápis veličin ze zadání:

$$F_{11} = 700 \text{ N}$$

$$d_{KOLA} = 26'' = 66,04 \text{ cm}$$

$$r_{11} = 175 \text{ mm}$$

$$r_{22} = r_{KOLA} = 330,2 \text{ mm}$$

$$F_{22} = ?$$

$$l = ?$$

Na celou hnací soustavu bicyklu (pedály, kliky, převodník, pastorek, hnané zadní kolo) lze nahlížet jako na jednoduché stroje z pohledu fyziky, což jsou kola na hřídeli.

Hned první kolo na hřídeli je klika a převodník. Můžeme tak spočítat sílu, kterou převodník působí na řetěz pomocí dvou momentů sil (M_{11} a M_{12}). Protože si jsou tyto momenty sil rovny, sílu (F_{12}) určíme zatím pouze obecně:

$$M_{11} = M_{12}$$

$$r_{11} \cdot F_{11} = r_{12} \cdot F_{12}$$

$$F_{12} = \frac{r_{11} \cdot F_{11}}{r_{12}}$$

Hnané kolo a pastorek je opět kolo na hřídeli. Převodník a pastorek jsou spojeny řetězem. Proto stejně velkou silou (F_{12}) působí řetěz na pastorek (F_{21}). Výpočet výsledné síly (F_{22}):

$$F_{12} = F_{21}$$

$$M_{21} = M_{22}$$

$$r_{21} \cdot F_{21} = r_{22} \cdot F_{22}$$

$$F_{22} = \frac{r_{21} \cdot F_{21}}{r_{22}} = \frac{r_{21} \cdot \frac{r_{11} \cdot F_{11}}{r_{12}}}{r_{22}} = \frac{r_{11}}{r_{12}} \cdot \frac{r_{21}}{r_{22}} \cdot F_{11}$$

Poznámka: Protože vidíme, že sílu (F_{11}) násobíme pouze poměry jednotlivých ramen sil, nemusíme dosazovat poloměry jednotlivých převodových koleček, ale dosadíme průměry. Výsledek bude stále stejný.

Poloměry jednotlivých ozubených kol převodníku i pastorku musíme spočítat:

$$d_{12} = \frac{p}{\sin \frac{180^\circ}{z_1}} = \frac{12,7}{\sin \frac{180^\circ}{32}} = 129,57 \approx 130 \text{ mm}$$

$$d_{21} = \frac{p}{\sin \frac{180^\circ}{z_2}} = \frac{12,7}{\sin \frac{180^\circ}{14}} = 57,07 \approx 57 \text{ mm}$$

$$r_{12} = \frac{d_{12}}{2} = \frac{130}{2} = 65 \text{ mm}$$

$$r_{21} = \frac{d_{21}}{2} = \frac{57}{2} = 28,5 \approx 29 \text{ mm}$$

Po dosazení:

$$F_{22} = \frac{r_{11}}{r_{12}} \cdot \frac{r_{21}}{r_{22}} \cdot F_{11} = \frac{d_{11}}{d_{12}} \cdot \frac{d_{21}}{d_{22}} \cdot F_{11} = \frac{175}{65} \cdot \frac{29}{660,2} \cdot 700 = 82,78 \approx 83 \text{ N}$$

Pro výpočet ujeté vzdálenosti, musíme znát nejprve obvod kola (o):

$$o = 2 \cdot p \cdot r_{KOLA} = p \cdot d_{KOLA} = p \cdot 0,66 = 2,07 \text{ m}$$

určíme převodový poměr (i):

$$i = \frac{z_1}{z_2} = \frac{32}{14} = 2,29$$

Spočítáme, jakou vzdálenost (l) cyklista ujede na kole při jednom otočení klik jako součin obvodu kola (o) a převodového poměru (i):

$$l = o \cdot i = 2,07 \cdot 2,29 = 4,74m$$

Odpověď:

- Řetěz působí na zadní kolo silou 83 N .
- Na jedno otočení klik, lze ujet vzdálenost 4,72 m .

5.1.3.2.3 Příklad 3

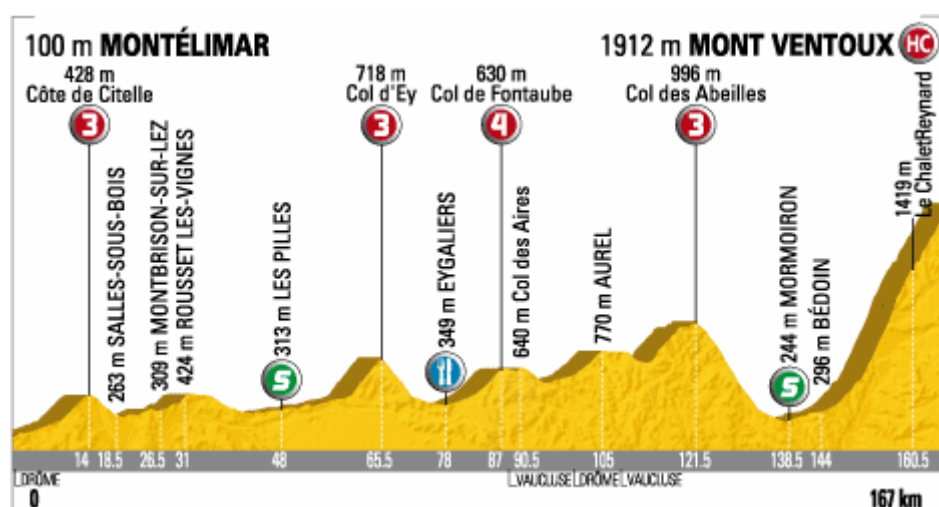
5.1.3.2.3.1 Zadání

Na Tour de France se závodníci v roce 2009 potýkali ve 20. etapě z Montélimar na vrchol hory Mont Ventoux s převýšením 7,6 % (mezi kilometry 144 až 167 viz příložená mapa na obrázku Obr. 5-6).

- Kolikrát by Lance Armstrong šlápl do pedálů při stoupání, kdyby v roce 2009 závodil?
- Jak dlouho by zdolával tento vrchol?
- Jaký by měl při stoupání výkon, pokud předpokládáme jeho hmotnost i s kolem 80 kg?

Budeme počítat s Armstrongovou „fenomenální“ kadencí 110 *ot. /min.*

Kolo má průměr 26“.



Obr. 5-6 Výškový profil 20. etapy Tour de France v roce 2009 z Montélimar na vrchol hory Mont Ventoux (Tour de France 2009 - Stage by stage : stage 20 - Montélimar > Mont Ventoux > 167 km, 2009)

5.1.3.2.3.2 Řešení

Protože Lance Armstrong jezdíval na kole Trek MADONE 6.9, můžeme zjistit aspoň přibližné hodnoty převodů. Aritmetickým průměrem nejvyššího a nejnižšího počtu zubů převodníku a pastorku jsme získali tyto hodnoty:

- $z_1 = 46$ zubů
- $z_2 = 18$ zubů

Zápis veličin ze zadání:

$$d_{KOLA} = 26'' = 66,04 \text{ cm} = 0,66 \text{ m}$$

$$p = 7,02 \%$$

$$f = 110 \text{ ot. /min.}$$

$$m = 80 \text{ kg}$$

Údaje vyčtené z mapy:

$$a = 23 \text{ km} = 23\,000 \text{ m}$$

$$b = 1\,912 - 296 \text{ m} = 1,616 \text{ m}$$

spočítáme obvod zadního kola (o):

$$o = 2 \cdot p \cdot r_{KOLA} = p \cdot d_{KOLA} = p \cdot 0,66 = 2,07 \text{ m}$$

určíme převodový poměr (i):

$$i = \frac{z_1}{z_2} = \frac{46}{18} = 2,56$$

Spočítáme, jakou vzdálenost (l) cyklista ujede na kole při jednom otočení klik jako součin obvodu kola (o) a převodového poměru (i):

$$l = o \cdot i = 2,07 \cdot 2,56 = 5,30 \text{ m}$$

Z mapy odvodíme, že trať, po které se cyklisté pohybují, je přeponou pravoúhlého trojúhelníku, ve kterém jednou odvěsnou je celkové převýšení (b), druhou odvěsnou je vzdálenost paty a vrcholku hory (a). Dráhu (s) určíme pomocí Pythagorovy věty:

$$s = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{23\,000^2 + 1\,616^2} = 23\,057\text{m}$$

Pokud známe vzdálenost, kterou ujede cyklista na jedno otočení klik (l), musíme určit počet „šlápnutí do pedálů“ (n). Pokud nám nevyjde po dělení celé číslo, musíme výsledek zaokrouhlit vždy k nejbližšímu vyššímu celému číslu.

$$n = \frac{s}{l} = \frac{23\,057}{5,30} \approx 4\,351$$

Protože již známe počet „šlápnutí do pedálů“ (n), podělíme ho hodnotou kadence (f), můžeme tak spočítat čas potřebný ke zdolání trati:

$$t = \frac{n}{f} = \frac{4\,351}{110} = 39,55\text{min} \approx 2\,373\text{s}$$

Pokud budeme počítat vykonanou práci a výkon cyklisty, musíme vzít v potaz, že jede do kopce. Pohybuje se tedy po nakloněné rovině a podle toho musíme upravit hodnotu tíhové síly (F_g) podle vztahu:

$$F_g = m \cdot g \cdot p = 80 \cdot 9,81 \cdot 0,07 = 59,94 \approx 60\text{N}$$

kde: p – stoupání kopce v % (procentech).

Výkon cyklisty již spočítáme jako podíl vykonané práce za jednotku času.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F_g \cdot s}{t} = \frac{60 \cdot 23\,057}{2\,373} = 583\text{W}$$

Odpověď:

- Lance Armstrong by musel šlápnout do pedálů přibližně 4351 *krát*.
- Horu Mont Ventoux by zdolal za 39,55 *minut*.
- Jeho výkon při stoupání by byl přibližně 583 W, hodnota výkonu by ve skutečnosti byla vyšší, protože jsme neuvažovali odporové síly (třecí síly, odporová síla větru). Výsledek lze diskutovat se L. Slatinským (Slatinský, 2008).

5.1.4 Cyklistika z pohledu informatika

Tři předchozí pohledy (sportovce, technika, fyzika) spojí v jeden celek právě informatik, a vytvoří konečný výstup. Tím je obrázek vygenerovaný v PHP.

Jednotlivé modely jsou vytvářeny se stejnou filozofií, proto jsou základní nastavení všech obrázků stejná. Jedná se hlavně o barvy, písmo ve funkcích `ImageTTFText()`, počátek souřadnicového systému (pokud je použit) a s tím spojené volání funkcí `osax()` a `osay()`, volání uživatelsky vytvořené funkce `ramecek()` a `nadpis()`. Všechna tato základní nastavení a definované funkce jsou uloženy v souboru `_globalni.php`.

Protože obrázky k jednotlivým příkladům „Hnací soustava bicyklu (pohled na převodový systém)“ mají mnoho společného, z pohledu vytváření v počítači a některé fragmenty kódu jsou totožné, je efektivnější, pokud se budou tyto části pouze kopírovat. Toto řešení je sice jednodušší, ale není praktické. Proto jsou části kódu k sobě logicky seskupeny a uzavřeny do funkcí, které jsou v daný okamžik volány.

Celá koncepce tvorby obrázků na toto téma je intuitivní. Podíváme-li se na zdrojový kód, je patrné, že je rozdělen do jednotlivých částí:

- deklarace globálních proměnných
- definování funkcí pro vykreslení příslušných elementů
- deklarace proměnných pro daný případ
- vlastní volání funkcí při tvorbě obrázku

Tímto způsobem se práce velmi zjednodušila a pro uživatele velmi zrychlila.

V souboru `kolo_knihovna.php` jsou definovány všechny obecné funkce nutné pro tvorbu obrazového výstupu se všemi požadovanými detaily.

V jednotlivých souborech `kolo_1_rozhrani.php`, `kolo_2_rozhrani.php`, `kolo_3_rozhrani.php` jsou definovány již konkrétní parametry pro správný výpočet vstupních proměnných a jsou zde již pouze volány dříve definované globální funkce.

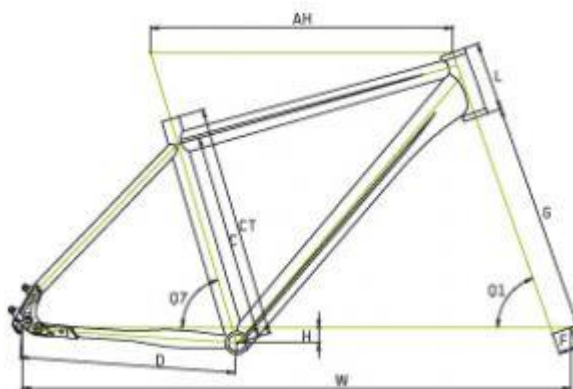
Pokud se na problematiku potřebnosti uživatelsky definovaných funkcí podíváme podrobněji, zjistíme, že bychom je nemuseli používat. Získáváme tak možnost jedním komentářem vypnout a odstranit tak část obrázku, která v daný okamžik není potřebná.

5.1.4.1 Základní nastavení a vytvořené funkce pro vykreslování dat

5.1.4.1.1 Vstupní hodnoty

Pro vlastní výpočty podle reálných hodnot je potřeba je deklarovat. Všechny zadávané hodnoty délek a rozměrů jsou zadávány v milimetrech nebo jednotkách, které lze vyčíst z katalogového listu k bicyklu. Názvy jednotlivých proměnných jsou voleny podle technický a fyzikálních názvů v praxi.

Zadávané rozměry jsou v milimetrech nebo v palcích, tak jak je lze vyčíst z dokumentace výrobce bicyklu. Kompletní hodnoty jednotlivých rozměrů viz Příloha 1 - Katalogový list jízdního kola Merida Matts TFS XC 500-V (2009).



Obr. 5-7 Geometrie rámu Merida TFS XC 500-V (Merida Bikes | Matts TFS XC 500-V, 2009)

```
$roztec_zubu = 12.7;
$z1 = 18; // pocet zubu pastorku
$z2 = 32; // pocet zubu prevodniku
$d_kola_zadani = 26; // hodnota zadavana v palcich
$zadni_stavba_zadani = 420; // D
$horni_ramova_trubka_zadani = 605; // AH
$sedlova_trubka_zadani = 455; // C
$velikost_kola_zadani = 508 + 150; // CT
$vidlice_s_hlavovou_trubkou_zadani = 145 + 450; // L + G
$rozvor_kol_zadani = 1082; // W
$uhel_sedlove_trubky = 73; // Q7
$uhel_hlavove_trubky = 70.5; // Q1
$vdalenost_stredu_zadani = $zadni_stavba_zadani;
$delka_kliky_zadani = 175;
$delka_pedalu_zadani = 61;
$vyška_pedalu_zadani = 15;
$riditka_zadani = 70;
```

Protože pracovní plocha obrázku není schopna pojmout všechny požadované elementy v udávané velikosti, bylo přistoupeno k zmenšení všech potřebných hodnot v určitém měřítku.

```
$meritko = 0.2;  
$d_pastorku = $d_pastorku_zadani * $meritko;  
$d_prevedniku = $d_prevedniku_zadani * $meritko;  
.....  
.....
```

5.1.4.1.2 Základní nastavení a vytvoření obrázku

PHP vygeneruje pracovní plochu pro tvorbu obrázků v černé barvě a bez orámování.

Pro přebarvení plátna se používá funkce `ImageFill()`.

Jsou nastaveny rozměry pracovní plochy (`$sirka` a `$vyska`) a vytvořen obrázek o těchto rozměrech funkcí `ImageCreate()` a deklarovány jednotlivé barvy pomocí funkce `ImageColorAllocate()`.

```
$sirka = 950;
$vyska = 550;

$obrazek = ImageCreate($sirka, $vyska);

// pouzivane barvy
$bila = ImageColorAllocate($obrazek, 255, 255, 255);
$cerna = ImageColorAllocate($obrazek, 0, 0, 0);
$cervena = ImageColorAllocate($obrazek, 255, 0, 0);
$zelena = ImageColorAllocate($obrazek, 0, 255, 0);
$modra = ImageColorAllocate($obrazek, 0, 0, 255);
$seda = ImageColorAllocate($obrazek, 200, 200, 200);
```

5.1.4.1.3 Funkce „ramecek“

Orámování není v obrázku nutné, ale při tvorbě obrázku pomáhá tvůrci pro zlepšení orientace na pracovní ploše.

Orámování je vytvořeno pomocí funkce `ImagePolygon()`, kde jsou jako jednotlivé vrcholy definovány mezní body pracovního plátna. Tedy v případě šířky je to celková šířka plátna - 1 (`$sirka - 1`), a u délky celková délka plátna - 1 (`$vyska - 1`). Pokud bychom ponechali maximální hodnoty, nebudou již krajní čáry viditelné.

Protože touto funkcí kreslíme na pracovní plochu pojmenovanou a uloženou v proměnné `$obrazek`, je v této a všech následujících funkcích deklarována jako globální proměnná, příkazem `global $obrazek;`.

```
function ramecek($sirka, $vyska, $barva) {
    global $obrazek;

    ImagePolygon($obrazek, array(
        0, 0,
        $sirka - 1, 0,
        $sirka - 1, $vyska - 1,
        0, $vyska - 1,
    ), $barva);
};
```

Zdrojový kód funkce `ramecek()`

Z deklarace funkce `ramecek()` vidíme, že barvu rámečku lze libovolně měnit podle uživatelského přání, při volání funkce. Dalšími vstupními parametry jsou výška a šířka rámečku, tedy i pracovního plátna.

Funkce je volána s parametry:

```
ramecek($sirka, $vyska, $cerna);
```

Volání funkce `ramecek()`

5.1.4.1.4 Funkce „pastorek“

Funkcí `pastorek()` je vykreslován nejen pastorek, ale i převodník.

Vstupními parametry jsou souřadnice středu pastorku/převodníku [`$x`, `$y`], průměr pastorku/převodníku `$prumer`, tloušťka čar `$tloustka_car`, popisek pastorku/převodníku `$popisek` a barva vykreslovaných elementů `$barva`.

Protože je pro nás ve většině příkladů převodník a pastorek velmi důležitý zobrazovaný element, proto bude zobrazován černou barvou. Pro zvýraznění jsou znázorněny soustavou soustředných kružnic, které jsou vykreslovány pomocí cyklu `for`.

Druhým cyklem `for` je opět vytvořena soustava soustředných kružnic znázorňující střed pastorku/převodníku.

K vykreslení soustředných kružnic je použita funkce `ImageEllipse()`.

```
function pastorek($x, $y, $prumer, $tloustka_car, $popisek, $barva)
{
    global $obrazek;

    for ($i = 0; $i <= $tloustka_car; $i++) {
        ImageEllipse($obrazek, $x, $y, $prumer -($i), $prumer -($i),
        $barva);
        ImageEllipse($obrazek, $x, $y, $prumer, $prumer, $barva);
        ImageEllipse($obrazek, $x, $y, $prumer +($i), $prumer +($i),
        $barva);
    };

    for ($i = 0; $i <= 7; $i++) {
        ImageEllipse($obrazek, $x, $y, $i, $i, $barva);
    };

    ImageString($obrazek, 4, $x, $y-($prumer /2)-20, $popisek, $barva);
};
```

Funkce je volána s parametry:

```
pastorek($x, $y, $d_pastorku, $tloustka_car, "k2", $cerna);
pastorek($x + $vzdalenost_stredu, $y, $d_prevodniku, $tloustka_car,
"k1", $cerna);
```

Volání funkce `pastorek()`

5.1.4.1.5 Funkce „kolo“

K vykreslení kol bicyklu v této funkci je použito funkce `ImageEllipse()`.

Vstupními parametry jsou souřadnice středu kola [`$x`, `$y`], průměr kola `$polomer`, tloušťka čar `$tloustka_car` a barva vykreslovaných elementů `$barva`.

```
function kolo($x, $y, $polomer, $tloustka_car, $barva) {
    global $obrazek;

    for ($i = 0; $i <= $tloustka_car; $i++) {
        ImageEllipse($obrazek, $x, $y, $polomer-(($i)), $polomer-(($i)),
        $barva);
        ImageEllipse($obrazek, $x, $y, $polomer, $polomer, $barva);
        ImageEllipse($obrazek, $x, $y, $polomer+($i), $polomer+($i),
        $barva);
    };

    for ($i = 0; $i <= 15; $i++) {
        ImageEllipse($obrazek, $x, $y, $i, $i, $barva);
    };
};
```

Funkce je volána s parametry:

```
kolo($x1, $y1, $d_kola, $tloustka_car, $seda);
kolo($x2, $y2, $d_kola, $tloustka_car, $seda);
```

Vícenásobné volání funkce `kolo()`

5.1.4.1.6 Funkce „retez“

Úkolem funkce je nakreslit dvě nakloněné rovné čáry, spojující pastorek a převodník tak, aby simulovaly řetěz.

Vstupními parametry jsou souřadnice středu pastorku [x , y], průměr pastorku d_{pastorku} , průměr převodníku $d_{\text{převodniku}}$, vzdálenost převodník-pastorek $vz_dalenost_stredu$ a barva vykreslovaných elementů $barva$.

```
function retez($x, $y, $d_pastorku, $d_převodniku,
$vzdalenost_stredu, $barva) {
global $obrazek;

ImageLine($obrazek, $x, $y-($d_pastorku/2), $x+$vzdalenost_stredu,
$y-($d_převodniku/2), $barva);
ImageLine($obrazek, $x, $y+($d_pastorku/2), $x+$vzdalenost_stredu,
$y+($d_převodniku/2), $barva);
};
```

Funkce je volána s parametry:

```
retez($x, $y, $d_pastorku, $d_převodniku, $vzdalenost_stredu,
$cerna);
```

Volání funkce `retez()`

5.1.4.1.7 Funkce „klicka“

Funkce vykresluje kliku a pedál.

Vstupními parametry jsou souřadnice středu pastorku [x , y], průměr pastorku d_{pastorku} , průměr převodníku $d_{\text{převodniku}}$, vzdálenost |převodník pastorek| $vz_dalenost_stredu$, délka kliky $d_{\text{delka_kliky}}$, délka pedálu $d_{\text{delka_pedalu}}$, výška pedálu $vyska_pedalu$ a barva vykreslovaných elementů $barva$.

Rozměry pedálu jsou sice také podle skutečných hodnot, ale jsou zde spíše pouze pro ilustraci žákům.

Funkce předává vypočítanou hodnotu pozice pedálu. Souřadnice jsou předány pomocí pole kl_xy . Toto pole hodnot přijímá funkce `clovek()`.

```
function klicka($x, $y, $d_pastorku, $d_převodniku,
    $vz_dalenost_stredu, $d_delka_kliky, $d_delka_pedalu, $vyska_pedalu,
    $barva) {
    global $obrazek;
    global $kl_xy;

    $kl_xy[x] = $x+$vz_dalenost_stredu+$d_delka_kliky;
    $kl_xy[y] = $y;
    ImageLine($obrazek, $x+$vz_dalenost_stredu, $y, $kl_xy[x],
        $kl_xy[y], $barva);
    ImageFilledRectangle($obrazek, $kl_xy[x]-($d_delka_pedalu/2),
        $kl_xy[y]-($vyska_pedalu), $kl_xy[x]+($d_delka_pedalu/2),
        $kl_xy[y]+($vyska_pedalu), $barva);
};
```

Funkce je volána s parametry:

```
klicka($x, $y, $d_pastorku, $d_převodniku, $vz_dalenost_stredu,
    $d_delka_kliky, $d_delka_pedalu, $vyska_pedalu, $cerna);
```

Volání funkce `klicka()`

5.1.4.1.8 Funkce „bicykl“

Tato funkce je nejobsáhlejší, co se týče vykreslování.

Vstupním parametrem je pouze barva vykreslovaných elementů `$barva`. Oproti tomu je zde velké množství globálních proměnných. V tomto případě nezáleží na tom, zda jsou vstupní proměnné parametry funkce anebo zda jsou deklarovány na základě globální deklarace. Globální proměnné, nutné pro vykreslení jsou souřadnice středu zadního kola [`$x1`, `$y1`], souřadnice středu předního kola [`$x2`, `$y2`], tloušťka čar `$tloustka_car`, rozvor kol `$rozvor_kol`, délka zadní stavby `$zadni_stavba`, délka sedlové trubky `$sedlova_trubka`, úhel mezi vidlicí a vodorovnou rovinou `$uhel_hlavove_trubky`, úhel mezi sedlovou trubkou a zadní stavbou kola `$uhel_sedlove_trubky`, součet délek hlavové trubky a vidlice `$vidlice_s_hlavovou_trubkou`, velikost kola `$velikost_kola` a délka řídítek `$riditka` viz obrázek Obr. 5-7 na straně 81.

Funkce také předává vypočítané hodnoty jako globální proměnné pro zpracování v další funkci `clovek()`. Předávané hodnoty jsou pozice sedla `$sedlo_xy`, pozice řídítek `$riditka_xy`.

```
function bicykl($barva){
    global $obrazek;
    global $x1, $y1, $x2, $y2, $tloustka_car;
    global $rozvor_kol, $zadni_stavba, $sedlova_trubka,
    $uhel_hlavove_trubky, $uhel_sedlove_trubky,
    $vidlice_s_hlavovou_trubkou, $velikost_kola, $riditka;
    global $sedlo_xy, $riditka_xy;

    // vykresleni D a C pod uhlem Q7
    ImagePolygon($obrazek, array(
        $x2, $y2,
        $x2+$zadni_stavba, $y2,
        $x2+$zadni_stavba-
        ($sedlova_trubka*cos(deg2rad($uhel_sedlove_trubky))), $y2-
        ($sedlova_trubka*sin(deg2rad($uhel_sedlove_trubky)))
    ),
    3,
    $barva);

    // vykresleni sedlove trubky C + sedlovky
    $sedlo_xy[x] = $x2+$zadni_stavba-
    ($velikost_kola*cos(deg2rad($uhel_sedlove_trubky)));
```

```

$sedlo_xy[y] = $y2-
($velikost_kola*sin(deg2rad($uhel_sedlove_trubky)));
ImageLine($obrazek, $x2+$zadni_stavba, $y2, $sedlo_xy[x],
$sedlo_xy[y], $barva);

ImageLine($obrazek, $x2+$zadni_stavba-
($velikost_kola*cos(deg2rad($uhel_sedlove_trubky))), $y2-
($velikost_kola*sin(deg2rad($uhel_sedlove_trubky))),
$x2+$zadni_stavba-
($velikost_kola*cos(deg2rad($uhel_sedlove_trubky)))+2*$riditka, $y2-
($velikost_kola*sin(deg2rad($uhel_sedlove_trubky))), $barva);

ImageLine($obrazek, $x2+$zadni_stavba-
($velikost_kola*cos(deg2rad($uhel_sedlove_trubky))), $y2-
($velikost_kola*sin(deg2rad($uhel_sedlove_trubky))),
$x2+$zadni_stavba-
($velikost_kola*cos(deg2rad($uhel_sedlove_trubky)))-$riditka, $y2-
($velikost_kola*sin(deg2rad($uhel_sedlove_trubky))), $barva);

// vykresleni L + G pod uhlem Q1
ImageLine($obrazek, $x1, $y1, $x2+$rozvor_kol-
($vidlice_s_hlavovou_trubkou*cos(deg2rad($uhel_hlavove_trubky))),
$y2-($vidlice_s_hlavovou_trubkou*sin(deg2rad($uhel_hlavove_trubky))),
$barva);

// riditka
$riditka_xy[x] = $x2+$rozvor_kol-
(($vidlice_s_hlavovou_trubkou+$riditka)*cos(deg2rad($uhel_hlavove_tru
bky)))+$riditka;
$riditka_xy[y] = $y2-
(($vidlice_s_hlavovou_trubkou+$riditka)*sin(deg2rad($uhel_hlavove_tru
bky)))-$riditka;
ImageLine($obrazek, $x1, $y1, $x2+$rozvor_kol-
(($vidlice_s_hlavovou_trubkou+$riditka)*cos(deg2rad($uhel_hlavove_tru
bky))), $y2-
(($vidlice_s_hlavovou_trubkou+$riditka)*sin(deg2rad($uhel_hlavove_tru
bky))), $barva);

ImageLine($obrazek, $x2+$rozvor_kol-
(($vidlice_s_hlavovou_trubkou+$riditka)*cos(deg2rad($uhel_hlavove_tru
bky))), $y2-
(($vidlice_s_hlavovou_trubkou+$riditka)*sin(deg2rad($uhel_hlavove_tru
bky))), $x2+$rozvor_kol-
(($vidlice_s_hlavovou_trubkou+$riditka)*cos(deg2rad($uhel_hlavove_tru
bky)))+$riditka, $y2-
(($vidlice_s_hlavovou_trubkou+$riditka)*sin(deg2rad($uhel_hlavove_tru
bky)))-$riditka, $barva);

// vykresleni trubky na laveh
ImageLine($obrazek, $x2+$rozvor_kol-
($vidlice_s_hlavovou_trubkou*cos(deg2rad($uhel_hlavove_trubky))),
$y2-($vidlice_s_hlavovou_trubkou*sin(deg2rad($uhel_hlavove_trubky))),
$x2+$zadni_stavba, $y2, $barva);

```

```
// vykreslení AH
ImageLine($obrazek, $x2+$rozvor_kol-
($vidlice_s_hlavovou_trubkou*cos(deg2rad($uhel_hlavove_trubky)),
$y2-($vidlice_s_hlavovou_trubkou*sin(deg2rad($uhel_hlavove_trubky))),
$x2+$zadni_stavba-
($sedlova_trubka*cos(deg2rad($uhel_sedlove_trubky))), $y2-
($sedlova_trubka*sin(deg2rad($uhel_sedlove_trubky))), $barva);
};
```

Funkce je volána s parametry:

```
bicykl($seda);
```

Volání funkce `bicyklu()`

5.1.4.1.9 Funkce „clovek“

Vykreslí cyklistu sedícího na kole.

Vstupními parametry jsou měřítko `$meritko` a barva vykreslovaných elementů `$barva`.

Funkce přejímá vypočítané hodnoty z funkce `bicykl()` a `klika()` také předává vypočítané hodnoty jako globální proměnné pro zpracování v další funkci `clovek()`. Předávané hodnoty jsou pozice sedla `$sedlo_xy`, pozice řídítek `$riditka_xy`.

```
function clovek($meritko, $barva) {
global $obrazek;
global $sedlo_xy, $riditka_xy, $klika_xy;

$hlava = 180;
$strup = 600;
$hlava = $hlava * $meritko;
$strup = $strup * $meritko;

$uhel_tela = 65;
$hlava_xy[x] = $sedlo_xy[x]+(cos(deg2rad($uhel_tela))*$strup);
$hlava_xy[y] = $sedlo_xy[y]-(sin(deg2rad($uhel_tela))*$strup);

ImageEllipse($obrazek, $hlava_xy[x]+$hlava/2, $hlava_xy[y]-$hlava/2,
$hlava, $hlava, $barva);

ImageLine($obrazek, $sedlo_xy[x], $sedlo_xy[y], $hlava_xy[x],
$hlava_xy[y], $barva);
```

```
ImageLine($obrazek, $hlava_xy[x], $hlava_xy[y], $riditka_xy[x],  
$riditka_xy[y], $barva);  
  
ImageLine($obrazek, $sedlo_xy[x], $sedlo_xy[y], $klika_xy[x],  
$klika_xy[y], $barva);  
};
```

Funkce je volána s parametry:

```
clovek($meritko, $seda);
```

Volání funkce `clovek()`

5.1.4.1.10 Funkce „sila“

Zakreslení působící síly do obrázku.

Vstupní parametry jsou souřadnice působíště síly [x , y], vzdálenost středů pastorku a převodníku (délka zadní stavby) `$vzdalenost_stredu`, délka kliky `$delka_kliky`, vlastní velikost působící síly `$velikost_sily`, popisek působící síly `$popisek_sily` a barva vykreslovaných elementů `$barva`.

Protože se nám nejedná o detailní znázornění velikosti síly, ale spíše o viditelný poměr působících sil, je její velikost podělena 12 (`$velikost_sily = $velikost_sily / 12;`).

Proměnná `$velikost_sipky` určuje, jak velká bude vykreslená šipka.

Pro výpis popisku síly je zde použita funkce `ImageStringUp()`.

```
function sila($x, $y, $vzdalenost_stredu, $delka_kliky,
$velikost_sily, $popisek_sily, $barva) {
    global $obrazek;
    $velikost_sily = $velikost_sily / 12;
    ImageLine($obrazek, $x+$vzdalenost_stredu+$delka_kliky, $y,
    $x+$vzdalenost_stredu+$delka_kliky, $y+$velikost_sily, $barva);

    $velikost_sipky = 7;
    ImageLine($obrazek, $x+$vzdalenost_stredu+$delka_kliky,
    $y+$velikost_sily, $x+$vzdalenost_stredu+$delka_kliky-
    $velikost_sipky, $y+$velikost_sily-$velikost_sipky, $barva);
    ImageLine($obrazek, $x+$vzdalenost_stredu+$delka_kliky,
    $y+$velikost_sily,
    $x+$vzdalenost_stredu+$delka_kliky+$velikost_sipky,
    $y+$velikost_sily-$velikost_sipky, $barva);

    ImageLine($obrazek, $x+$vzdalenost_stredu+$delka_kliky,
    $y+$velikost_sily,
    $x+$vzdalenost_stredu+$delka_kliky+$velikost_sipky,
    $y+$velikost_sily-$velikost_sipky, $barva);

    ImageStringUp($obrazek, 2, $x+$vzdalenost_stredu+$delka_kliky+10,
    $y+($velikost_sily)-10, $popisek_sily, $barva);
};
```

Funkce je volána s parametry:

```
sil($x, $y, $vzdalenost_stredu, $delka_kliky, $F11, "F11", $modra);
sil($x, $y, $vzdalenost_stredu, -$d_prevodniku/2, $F12, "F12",
$modra);
sil($x, $y, 0, $d_pastorku/2, $F21, "F21", $modra);
sil($x, $y, 0, -$d_kola/2, $F22, "F22", $modra);
```

Vícenásobné volání funkce `sil()`

5.1.4.1.11 Funkce „rameno“

Vykreslí rameno působící síly.

Vstupními parametry jsou počáteční souřadnice ramene síly kola [`$x1`, `$y1`], koncové souřadnice ramene síly kola [`$x2`, `$y2`], souřadnice popisku ramene síly [`$a`, `$b`], popisek ramene síly kola `$popisek` a barva vykreslovaných elementů `$barva`.

```
function rameno($x1, $y1, $x2, $y2, $a, $b, $popisek, $barva) {
global $obrazek;
ImageLine($obrazek, $x1, $y1, $x2, $y2, $barva);
ImageString($obrazek, 2, $a, $b, $popisek, $barva);
};
```

Funkce je volána s parametry:

```
rameno($x+$vzdalenost_stredu, $y, $x+$vzdalenost_stredu+$delka_kliky,
$y, $x+$vzdalenost_stredu+($delka_kliky/2)-5, $y-15, "r11", $zelena);
rameno($x+$vzdalenost_stredu, $y, $x+$vzdalenost_stredu-
($d_prevodniku/2), $y, $x+$vzdalenost_stredu-($d_prevodniku/4)-5, $y-
15, "r12", $cervena);
rameno($x, $y, $x+($d_pastorku/2), $y, $x+($d_pastorku/4), $y-15,
"r21", $cervena);
rameno($x, $y, $x-($d_kola/2), $y, $x-($d_kola/4)-5, $y-15, "r22",
$zelena);
```

Vícenásobné volání funkce `rameno()`

5.1.4.1.12 Funkce „legenda“

Vypíše do obrázku všechny potřebné informace o velikosti působících sil, délce jejich ramen, jaký je zvolen převodový poměr, obvod kola, kadence cyklisty, jakou vzdálenost lze ujet na jedno otočení klik („na jedno šlápnutí do pedálů“), jakou ujede cyklista dráhu za jednu minutu a jakou má cyklista rychlost.

Vstupními parametry jsou velikost písma `$velikost_pisma_legenda` a barva vypisovaného textu `$barva`.

Jako globální proměnné přejímá velikosti působících sil `$F11`, `$F12`, `$F21`, `$F22`, průměr převodníku `$d_prevodniku`, průměr pastorku `$d_pastorku`, hodnotu kadence cyklisty `$f`, průměr kola ze zadání `$d_kola_zadani`, průměr pastorku ze zadání `$d_pastorku_zadani`, průměr převodníku ze zadání `$d_prevodniku_zadani`, délku kliky ze zadání `$delka_kliky_zadani`. Hodnoty přejaté ze zadání, jsou nutné pro správné výpočty. Pokud ve jménu proměnné není přídavek `_zadani`, jsou hodnoty přepočítány podle výše udaného poměru v základní deklaraci proměnných.

```
function legenda($velikost_pisma_legenda, $barva) {
global $obrazek;
global $F11, $F12, $F21, $F22;
global $d_prevodniku, $d_pastorku, $f;
global $d_kola_zadani, $d_pastorku_zadani, $d_prevodniku_zadani,
$delka_kliky_zadani;

$x = 555;
$y = 20;
ImageString($obrazek, $velikost_pisma_legenda, $x-5, $y, "Legenda:",
$barva);
$y = $y+(7*$velikost_pisma_legenda);
ImageString($obrazek, $velikost_pisma_legenda, $x, $y, "F11 =
".$F11." N; ramenem sily F11 je r11 = ".$delka_kliky_zadani." mm",
$barva);
$y = $y+(7*$velikost_pisma_legenda);
ImageString($obrazek, $velikost_pisma_legenda, $x, $y, "F12 =
".$F12." N; ramenem sily F12 je r12 = ".$d_prevodniku_zadani/2)."
mm", $barva);
$y = $y+(7*$velikost_pisma_legenda);
ImageString($obrazek, $velikost_pisma_legenda, $x, $y, "F21 =
".$F21." N; ramenem sily F21 je r21 = ".$d_pastorku_zadani/2)." mm",
$barva);
$y = $y+(7*$velikost_pisma_legenda);
```

```

ImageString($obrazek, $velikost_pisma_legenda, $x, $y, "F22 =
".$F22." N; ramenem sily F22 je r22 = ".$d_kola_zadani/2)." mm",
$barva);

$O = pi()*$d_kola_zadani;
$i = $d_prevodniku/$d_pastorku;
$l = $O * $i/1000;
$s = $f * $l;
$v_ms = $s / 60;
$v_kmh = $v_ms * 3.6;
$l = round($l, 2);
$i = round($i, 2);
$s = round($s, 2);
$v_ms = round($v_ms, 2);
$v_kmh = round($v_kmh, 2);
$O = round($O/1000, 2);

$y = $y+(7*$velikost_pisma_legenda);
ImageString($obrazek, $velikost_pisma_legenda, $x, $y, "prevodovy
pomer: i = r12 / r21 = ".$i, $barva);

$y = $y+(7*$velikost_pisma_legenda);
ImageString($obrazek, $velikost_pisma_legenda, $x, $y, "obvod kola: O
= ".$O." m", $barva);

$y = $y+(7*$velikost_pisma_legenda);
ImageString($obrazek, $velikost_pisma_legenda, $x, $y, "kadence
cyklisty: f = ".$f." ot./min.", $barva);

$y = $y+(7*$velikost_pisma_legenda);
ImageString($obrazek, $velikost_pisma_legenda, $x, $y, "na 1 otoceni
klik, lze na kole ujet drahu: l = O * i = ".$l." m", $barva);

$y = $y+(7*$velikost_pisma_legenda);
ImageString($obrazek, $velikost_pisma_legenda, $x, $y, "pri kadenci f
lze ujet drahu s = f * l = ".$s." m", $barva);

$y = $y+(7*$velikost_pisma_legenda);
ImageString($obrazek, $velikost_pisma_legenda, $x, $y, "muzeme tedy
urcit rychlost v = ".$v_ms." m/s = ".$v_kmh." km/h", $barva);
};

```

Funkce je volána s parametry:

```
legenda($velikost_pisma_legenda, $cerna);
```

Volání funkce `legenda()`

5.1.4.1.13 Funkce „naklon“

Funkce vypočítává pozici bobu po naklopení o zadaný úhel, vzhledem k jinému bodu.

Vstupními parametry jsou souřadnice bodu, vůči kterému se provádí náklon [$\$osa_x$, $\$osa_y$], souřadnice nakláněného bodu [$\$bod_x$, $\$bod_y$], úhel, o který se bod naklonit $\$uhel_naklonu$.

Funkce vrací hodnotu souřadnic bodu uloženou v poli (`return $bod;`). Proto je tato funkce volána a její obsah je přiřazen do proměnné.

```
function naklon($osa_x, $osa_y, $bod_x, $bod_y, $uhel_naklonu) {
    $delka = abs($bod_x - $osa_x);
    $bod[x] = $osa_x + $delka*(cos(deg2rad($uhel_naklonu)));
    $bod[y] = $osa_y - $delka*(sin(deg2rad($uhel_naklonu)));
    return $bod;
};
```

Funkce je volána s parametry:

```
$bod = naklon($x, $y, $x+($d/2), $y, $uhel);
```

Volání funkce `naklon()`

5.1.4.1.14 Funkce „ozubene_kolo“

Funkce vykreslí ozubené kolo. Když jsou funkci zadány základní parametry (počet zubů a rozteč řetězu) vypočítá, jaký průměr musí kolo mít, aby daný počet zubů na něm mohl být.

Vlastní vykreslení zubů je provedeno tak, že je vykreslen černý vyplněný kruh. Po jeho obvodu jsou umístěny bílé kruhy (nebo kruhy s barvou podkladu pracovní plochy) po vypočítaných úhlech, aby vše bylo korektní. Úhel, o který jsou zuby od sebe vzdáleny je určen jako podíl 360° a počtu zubů. Voláním funkce `naklon()` v cyklu `while` je pak vypočítáván střed každé kružnice, která „umaže“ část černého kruhu a vytvoří tak iluzi ozubeného kola.

Vstupními parametry jsou souřadnice středu ozubeného kola [`$x`, `$y`], počet zubů kola `$zubu`, rozteč řetězu `$roztec_retezu` a barva vykreslovaných elementů `$barva`.

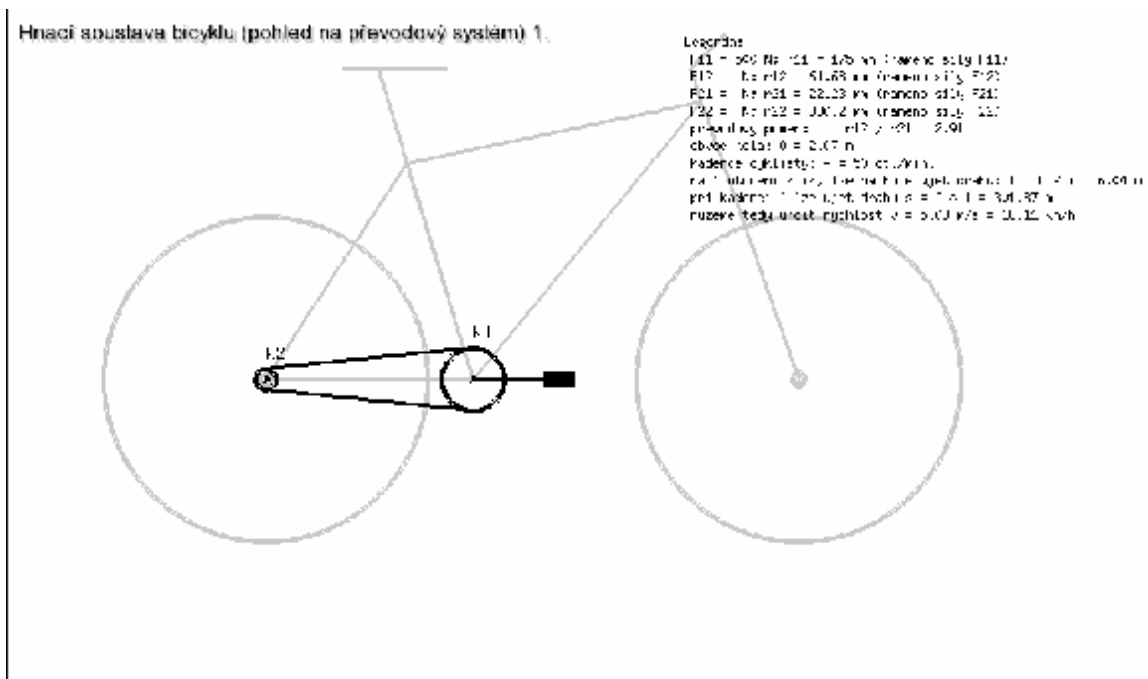
```
function ozubene_kolo ($x, $y, $zubu, $roztec_retezu, $barva) {
    global $obrazek;
    global $bila;
    $d = ($zubu * $roztec_retezu)/pi();
    $n = 360/$zubu;

    ImageFilledEllipse($obrazek, $x, $y, $d, $d, $barva);
    ImageFilledEllipse($obrazek, $x, $y, $d-(2*$roztec_retezu), $d-
    (2*$roztec_retezu), $bila);
    ImageFilledEllipse($obrazek, $x, $y, $d/5, $d/5, $barva);
    $uhel = 0;
    while($uhel < 360){
        $bod = naklon($x, $y, $x+($d/2), $y, $uhel);
        ImageFilledEllipse($obrazek, $bod[x], $bod[y], $roztec_retezu,
        $roztec_retezu, $bila);
        $i = $i + 1;
        $uhel = $i * $n;
    };
};
```

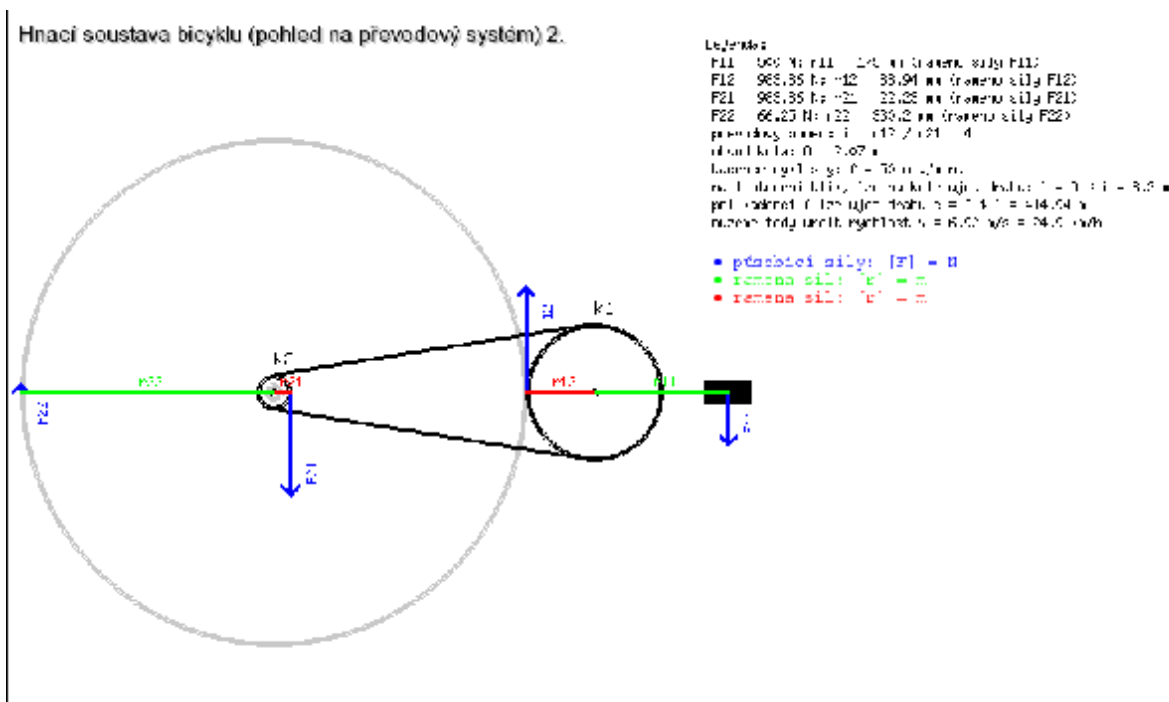
Funkce je volána s parametry:

```
ozubene_kolo($x, $y, $z1, $roztec_zubu);
ozubene_kolo($x + $vzdalenost_stredu, $y, $z2, $roztec_zubu);
```

Vícenásobné volání funkce `ozubene_kolo()`

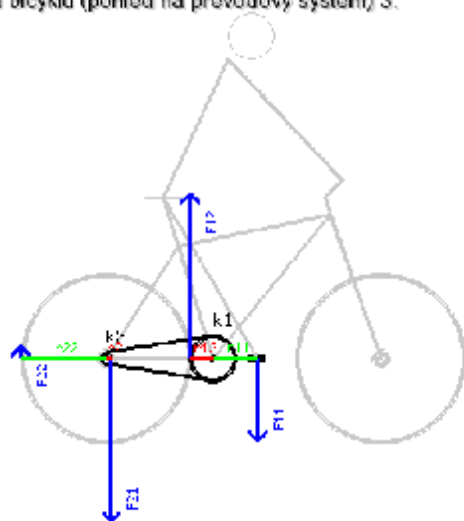


Obr. 5-8 Obrazový výstup z modelu: Hnací soustava bicyklu (pohled na převodový systém) 1.



Obr. 5-9 Obrazový výstup z modelu: Hnací soustava bicyklu (pohled na převodový systém) 2.

Hnací soustava bicyklu (pohled na převodový systém) 3.



Legenda:
 F11: 204,36 N; k1: 170 mm; tloušťka síly: 110°
 F12: 2549,36 N; k2: 33,54 mm; tloušťka síly: F12°
 F21: 2549,36 N; k2: 33,54 mm; tloušťka síly: F21°
 F22: 204,36 N; k1: 170 mm; tloušťka síly: F22°
 průměrný úhel síly: 117,7121 °
 úhel k1 k2: 0 °; 1,67°
 tloušťka síly: 0,75 mm; úhel: 0°
 úhel tloušťky síly: 0,75 mm; úhel: 0°; 11° = 9,5°
 při úhlu síly: 117,7121°; úhel: 0°; 11° = 114,64°
 tloušťka síly: 0,75 mm; úhel: 0°; 11° = 114,64°

- přenosová síla: $F^1 = 0$
- tloušťka síly: $t^1 = 0$
- tloušťka síly: $t^2 = 0$

Obr. 5-10 Obrazový výstup z modelu: Hnací soustava bicyklu (pohled na převodový systém) 3.

5.1.5 Fyzikální modelování

5.1.5.1 Model: Volba převodu podle stoupání kopce

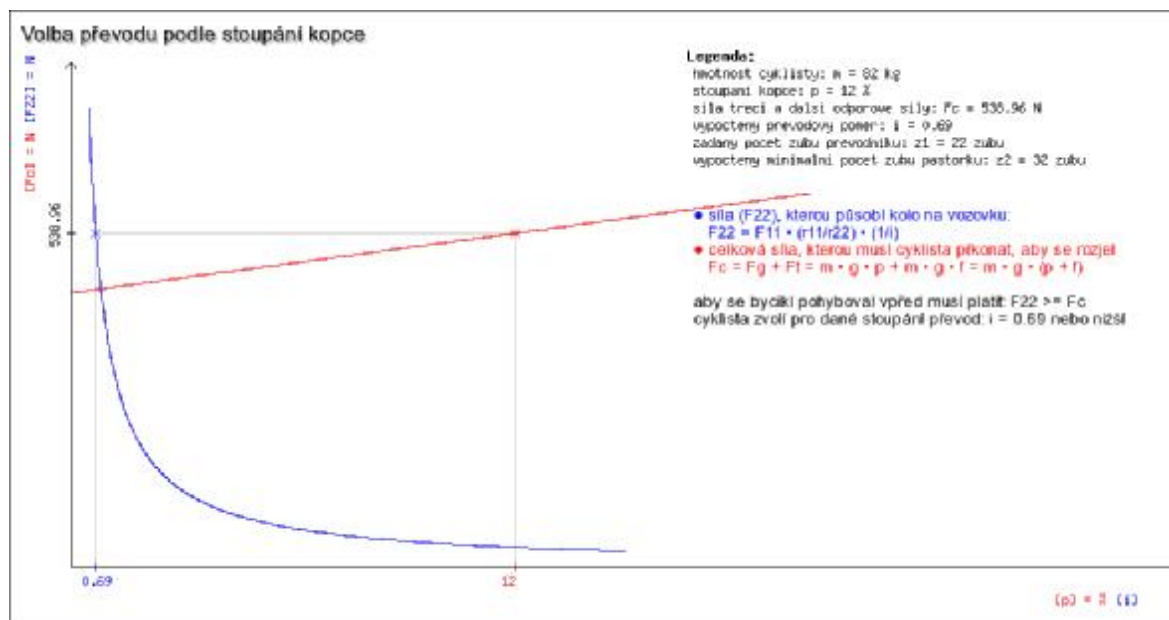
Při jízdě do kopce se jedná o pohyb po nakloněné rovině. Síla potřebná k pohybu tělesa po nakloněné rovině je nižší, než tíhová síla působící na těleso samotné. Síla (F) je nižší tolikrát, kolikrát je větší délka roviny, po které se těleso pohybuje, než její výška.

K síle (F) je nutno přičíst odporovou sílu tření (F_t):

$$F_C = F + F_t \quad (5.10)$$

Pokud se chce cyklista na kole rozjet, musí být působící síla na vozovku (F_{22}) vyšší nebo rovna síle (F_C).

Model řeší tento problém pohybu po nakloněné rovině. Pokud je zadána hmotnost (m), síla nohou (F_{11}), odporová síla tření (F_t), průměr kola (d_{KOLO}), délka klik (r_{11}) a stoupání (p), model vše zakreslí graficky a vypočítá, jaký maximální převodový poměr musí mít cyklista zařazen, aby se do kopce rozjel jak je znázorněno na Obr. 5-11.



Obr. 5-11 Volba převodu podle stoupání kopce

Početně pak:

$$F_{22} = \frac{r_{11}}{r_{22}} \cdot \frac{r_{21}}{r_{12}} \cdot F_{11} = \frac{r_{11}}{r_{22}} \cdot \frac{1}{i} \cdot F_{11}$$

$$F_C = F + F_t = m \cdot g \cdot p + m \cdot g \cdot f$$

$$F_{22} = F_C$$

$$\frac{r_{11}}{r_{22}} \cdot \frac{1}{i} \cdot F_{11} = m \cdot g \cdot p + m \cdot g \cdot f$$

$$i = \frac{r_{11} \cdot F_{11}}{r_{22} \cdot (m \cdot g \cdot p + m \cdot g \cdot f)}$$

$$i = \frac{r_{11} \cdot F_{11}}{r_{22} \cdot m \cdot g \cdot (p + f)} \quad (5.11)$$

kde: i – převodový poměr

m – hmotnost cyklisty i s bicyklem

p – stoupání kopce

f – součinitel klidového tření

g – tíhové zrychlení

r_{11} – délka klik

F_{11} – síla nohou působících do pedálů

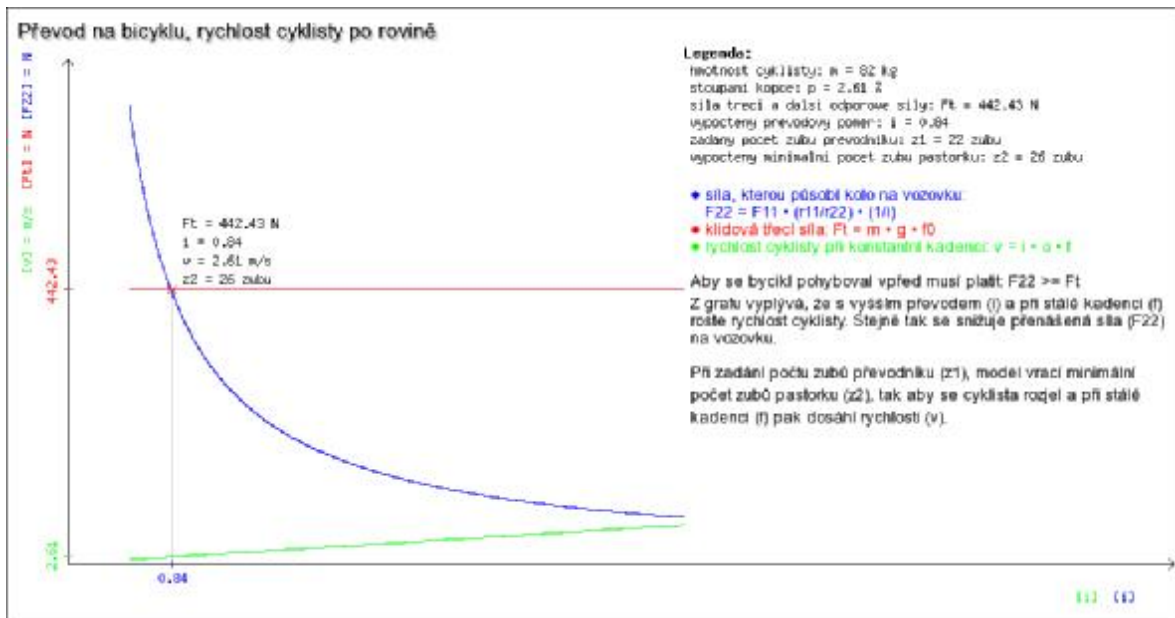
F_t – odporová síla

5.1.5.2 Model: Převod bicyklu, rychlost cyklisty po rovině

Pro uvedení tělesa do pohybu je nutné překonat klidovou třecí sílu (F_t).

Pokud se chce cyklista na kole rozjet, musí být působící síla na vozovku (F_{22}) vyšší nebo rovna síle (F_t).

Model řeší tento problém pohybu po nakloněné rovině. Pokud je zadána hmotnost (m), síla nohou (F_{11}), průměr kola (d_{KOLLO}), délka klik (r_{11}) a kadence (f), model vše zakreslí graficky a vypočítá, jaký maximální převodový poměr musí mít cyklista zařazen, aby se rozjel jak je znázorněno na Obr. 5-12.



Obr. 5-12 Převod na bicyklu, rychlost cyklisty po rovině

Početně pak:

$$F_{22} = \frac{r_{11}}{r_{22}} \cdot \frac{1}{i} \cdot F_{11}$$

$$F_t = m \cdot g \cdot f_0$$

$$F_{22} = F_t$$

$$\frac{r_{11}}{r_{22}} \cdot \frac{1}{i} \cdot F_{11} = m \cdot g \cdot f_0$$

$$i = \frac{r_{11} \cdot F_{11}}{r_{22} \cdot m \cdot g \cdot f_0}$$

$$i = \frac{r_{11} \cdot F_{11}}{r_{22} \cdot m \cdot g \cdot f_0} \quad (5.12)$$

kde: i – převodový poměr

m – hmotnost cyklisty i s bicyklem

f_0 – součinitel klidového tření

g – tíhové zrychlení

r_{11} – délka klik

F_{11} – síla nohou působících do pedálů

5.1.6 Shrnutí

Uvedené příklady a teorie ukazují, že využitelnost bicyklu ve školní výuce je velká. Hlavní přínos je ve vytváření mezipředmětových vztahů při používání tohoto jednoduchého zařízení. Jízdní kolo může spojovat technickou výchovu, fyziku, tělesnou výchovu, informatiku a zeměpis, jak bylo ukázáno v příkladech.

Předložené početní příklady lze ještě dále modifikovat, uvažováním různého nahuštění pneumatik, různým zatížením celého kola, uvažováním odporu vzduchu, tření v ložiskách, tření pneumatiky kol s vozovkou.

Do dalších příkladů lze použít parametry velocipédu (kostitřas nebo také vysoké kolo). Velikosti těchto kol jsou 45-56 palců, některé kusy i 58 palců, což je 114-142 cm nebo 148 centimetrů. Délku klik bychom mohli odhadnout na 20 centimetrů. Vysoké kolo si lze i v dnešní době pořídit. Na webu Josefa Zimovčáka si jej může zákazník objednat.

Vytvořené modely již odporovou sílu tření kol a vozovky uvažují. Stejně tak stoupání kopce. Pokud žáci použijí hodnoty, které zjistí ze svého bicyklu, budou mít pro ně modely i praktický význam. Opačně, pokud nejdříve použijí model, mohou následně provést ověření v praxi. Tento postup má pro ně dovednostně-praktický přínos.

5.2 Golfový míček

Široká veřejnost si myslí, že golf je hra pouze pro snoby a movitější. Opak je ale pravdou. V současnosti lze pořídit základní vybavení za přijatelnou cenu (cca 10 000,- Kč).

Hráč golfu nemůže přijít na odpaliště a „z fleku“ libovolným způsobem odehrát míč. Musí znát nejen situaci na hřišti, kde je jaký hazard, bunker, vodní překážka atd. Velmi se mu hodí znát i směr a sílu větru. Někdy se může stát, že při drivu na odpališti jsou jiné povětrnostní podmínky než u jamky.

Další fakt, na který musí golfista brát zřetel, je vlastní chování míčku během letu. To, že se míček pohybuje po určité křivce, je hráči určitě známo. Že se ona křivka nazývá balistická, možná netuší. Stejně tak asi ví, že míček během letu rotuje. Rotaci míčku ovlivňují dimply (vylisované důlky na povrchu míčku, obvyklý počet je od 300 do 500), hlavně kombinace jejich velikosti, hloubky a rozmístění. Tvoří vzorek povrchu míče a velmi ovlivňují dráhu, dolet a zejména přesnost letu míče (Hamster, 2007) a (McColl, 2005). Funkce dimplů: ovlivňují obtékání míče vzduchem při letu, snižují odpor vzduchu při průletu, ale jejich hlavní funkce je co nejdéle udržet původní udělenou rychlost, podpořit rotaci a zmenšit „zbrzdování“. Že se jevu během letu říká Magnusův, ví už jen málo kdo.

A tím hlavním co každého napadne, když se řekne golf, je: „*Na co má golfista v bagu tolik holí, nestačila by mu jenom jedna jako Kevinu Costnerovi ve filmu Zelený svět?*“. Odpověď z fyzikálního pohledu je nasnadě. Možná stačila, ale každá z holí má jiný tvar hlavy, a jinou hmotnost, což je pro výšku, délku letu míčku a pro hráčův švih v celku zásadní údaj.

Pokud se všechny uvedené skutečnosti vezmou v potaz a na hráčově straně bude stát i trochu štěstí, pak se mu podaří hole-in-one. Americký profesionální golfista a v současnosti nejlepší golfista světa, toho času na odpočinku, Tiger Woods, má takovýto úder za sezónu minimálně jeden.

5.2.1 Golf z pohledu sportovce

„Golf je hra, jejímž cílem je dopravit míček z bodu A nazývaného odpaliště do bodu B, který má podobu jamky. Jak prosté!“ (Co je to golf? | Na vzduchu - cyklo & golf & spol. [Andrej Halada], 2009).

Lidé hrají golf z různých pohnutek. Ať už se jedná o jejich zálibu v zeleni, která je obklopuje, o sportovní vyžití s přáteli nebo neformální obchodní jednání s partnery je golf hlavně sportem pro každého bez rozdílu věku a pohlaví.

V poslední době nezáleží už ani na počasí. Otrlejší hráči vyjdou na hřiště, i za špatného počasí a těm zhýčkanějším se nabízí možnost hrát v halách nebo na trenažérech.

Golf je krásná hra, ale jak se říká: „Golf je férová hra, vrací ti, co do ní dáváš ty sám.“, jak vyplývá z (McColl, 2005).

5.2.1.1 Výňatek z pravidel golfu

Následující body schválila roku 1921 The Royal & Ancient Golf Club Of St Andrews

- hmotnost míče nesmí být vyšší než 1,62 unce (45,93 g)
- průměr míče nesmí být nižší než 1,68 palce (42,67 mm)
- při teplotě 23 °C (± 1 °C) nesmí být odpalová rychlost míče vyšší jak $76,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \pm 2 \%$
- celkový dolet míče, počítáno i s následným kutálením, nesmí být vyšší jak 256 m

5.2.1.2 Handicapový systém

Handicap, zkráceně HCP, vyjadřuje míru vyspělosti hráče. Bývá menší než 54, a to i záporný. Pokud chce hráč získat handicap, a dále na něm pracovat, musí složit zkoušku. Ta se dělí na dvě části, praktickou, kdy je na hřišti a musí nahrát určitý počet bodů a teoretickou, kdy je zkoušen z pravidel golfu. Pak získá tzv. zelenou kartu a již výše zmíněný HCP 54. Pokud hráč zkoušku nesloží, nemůže na některých hřištích hrát sám. Pouze v doprovodu již způsobilého hráče.

Hráč může svůj handicap upravovat na turnaji pořádaném na úpravu handicapu. Čím je handicap nižší, tím je hráč „úspěšnější“.

Handicap se dělí na dva:

- přesný handicap – získáme při složení zkoušky způsobilosti, jeho každou změnu eviduje Česká golfová federace
- hrací handicap – je vypočítáván z přesného handicapu, je to vlastně číslo určující počet ran, které hráč může zahrát na daném hřišti nad jeho par, aniž by si svůj přesný handicap změnil

„Rozdíl dvou HCP je rozdílem výkonnosti dvou hráčů a vyrovnává (pomocí daného-rozdílného počtu ran) jejich výkonnost na stejnou úroveň.“ (Golf, PAR a HCP | Kořenec Golf & Ski Resort, 2010). Proto si mohou spolu zahrát i různě vyspělí hráči, s velmi různým handicapem.

5.2.1.3 Základní názvosloví

V golfu je používáno mnoho výrazů, které jsou přejaty z anglického jazyka, protože všeobecně uznávanou zemí původu golfu je právě Skotsko (Golf-start.cz > Slovníček golfových pojmů, 2010).

- bag [beg] – pytel na hole
- bunker [bankr] – písková překážka chránící green
- carry [kery] – vzdálenost, kterou uletí míček přímo vzduchem bez doběhu po zemi
- dimply – vylišované důlky na povrchu míčku, obvyklý počet je od 300 do 500
- drive [drajv] – první a často nejdelší rána z odpaliště
- fairway [fervej] – dráha mezi odpalištěm a jamkovištěm, která je ještě krátce střižena
- green [grýn] – nejnižší střižená plocha kolem jamky s jamkovištěm
- hazard – překážka (písečná, vodní, ...)

- jamka - díra v jamkovišti o průměru 108 mm, do níž má spadnout míček
- odpaliště - místo, ze kterého se odpaluje první rána na jamce, může být různá pro muže, pro ženy, pro profesionály
- par – počet ran, uhraje hráč jamku nebo celé hřiště s handicapem 0
- rough [raf] – vysoká tráva na okrajích fairwaye
- tee [tý] – odpaliště, ze kterého se začíná hrát každá jamka, odpaluje se ze stojánku zvaného týčko
- hole-in-one – jamka zahraná na jeden úder

5.2.1.4 Švih

Správně provedený švih je základem dobře odehraného míče. Tedy takového míče, který letí tam, kam hráč chce a letí tak jak hráč chce. Aby byl švih správně proveden, je potřeba, aby hráčovo tělo a jeho pohyby byly v celkové harmonii a jednotlivé pohyby byly koordinované. Proto je doporučováno následující provedení švihu (Kašina, 2005):

- pomalé odtažení hlavy hole od míčku do polohy vodorovné se zemí a hlava hole směřuje k nebi
- natáčení pánve a ramen spojené s přenosem hmotnosti na levou nohu (pro leváka), jedná se o tzv. napínání pružiny, další poloha hole je dána pohyblivostí pravého ramene a napnuté pravé ruky, nesmíme přesáhnout tuto mez, neboť se nám ohne ruka v lokti a to má vliv na snížení energie naakumulované celým natočením
- z nejvyššího bodu, kam se hlava hole dostala ji necháme volně klesat, zároveň s tím přiblížíme levý loket k levému boku a přenášíme hmotnost na přední (pravou) nohu
- když je hůl opět vodorovně se zemí, začínáme „rozbalovat pružinu“, tedy veškerou energii se snažíme předat do míčku, začínáme odspoda (pánev předbíhá ramena), popsáním způsobem neztratíme rovnováhu a ušetříme tak energii, kterou chceme předat míčku, nyní je již míček odpálen
- míček je sice již v poli, ale musíme dokončit předchozí fázi, většina naší hmotnosti je přenesena na přední nohu a dokončujeme celkovou rotaci trupu a čelního postoje k cíli

Pokud je výše uvedený postup dodržen, pak má hůl maximální možnou rychlost, a předá míči maximum své energie. V praxi se ověřilo, že čím má hůl vyšší rychlost, tím míček dále doletí, což není žádným překvapením. Ovšem, čím má hůl vyšší rychlost, tím dosáhne míč větší zpětné rotace. Tato rotace míči pomáhá právě k větší dálce doletu. Vliv zpětné rotace na Magnusův jev je zesílen dimply.

5.2.2 Golf z pohledu fyzika

Z pohledu fyziky je velmi zajímavý první drive. Ovšem ani puttování¹⁷ není opomíjeno. Velmi názorné je, pokud je z rána ještě rosa na trávě. Po ráně je krásně viditelná trajektorie pohybu míčku.

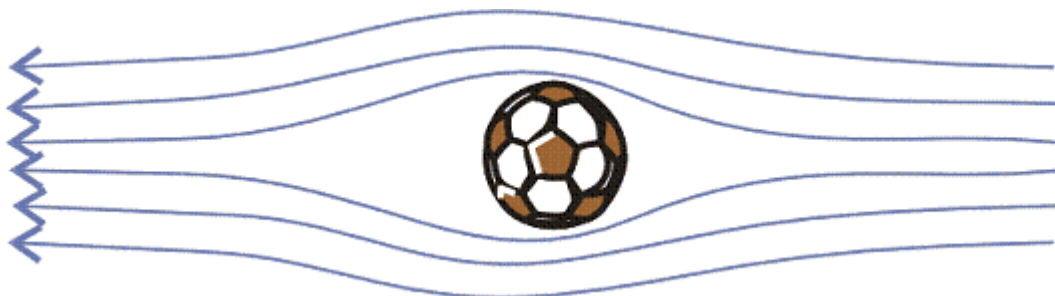
5.2.2.1 Odporová síla prostředí

Obecně lze jako odporovou sílu prostředí nazvat jakoukoli sílu, která působí proti pohybu tělesa v daném prostředí (kapalina, plyn).

5.2.2.1.1 Odporová síla prostředí - laminární proudění - Stokes

Pokud se těleso (např.: koule) pohybuje v kapalině malou rychlostí (přibližně do $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) můžeme odporovou sílu považovat za přímo úměrnou rychlosti tohoto pohybu (rychlost je v tomto případě brána jako relativní, protože nezáleží na tom, zda se pohybuje těleso v nehybném prostředí nebo zda tekutina obtéká nehybné těleso).

Pohyb míče malých rozměrů a nízkou rychlostí vzduchem je znázorněn na Obr. 5-13. Vzduch se po průchodu míče „uzavře“ a míč se pohybuje klidně.



Obr. 5-13 Laminární proudění vzduchu kolem letícího míče (Ferenc, 2006b)

¹⁷ puttování – hraní míče na greenu – závěrečná fáze hry

Odporovou sílu koule pohybující se v odporovém prostředí pro nízké rychlosti, nastává tedy laminární proudění kolem tělesa, lze spočítat pomocí Stokesova vztahu:

$$F = 6 \cdot \boldsymbol{\eta} \cdot \boldsymbol{h} \cdot \boldsymbol{r} \cdot \boldsymbol{v} \quad (5.13)$$

kde: $\boldsymbol{\eta}$ – dynamická viskozita prostředí charakterizující vnitřní tření tekutiny
 \boldsymbol{r} – poloměr pohybující se koule
 \boldsymbol{v} – rychlost pohybu koule

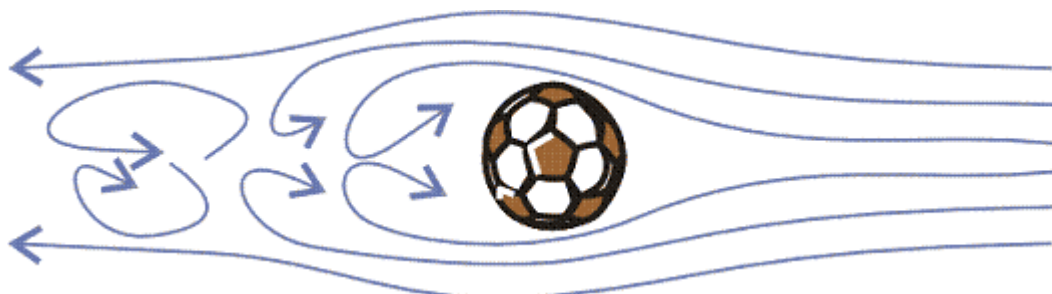
Pro zobecnění pro libovolný tvar tělesa je vztah upraven na:

$$F = k \cdot \boldsymbol{h} \cdot \boldsymbol{l} \cdot \boldsymbol{v} \quad (5.14)$$

kde: $\boldsymbol{\eta}$ – dynamická viskozita prostředí
 \boldsymbol{v} – rychlost pohybu koule
 \boldsymbol{l} – charakteristický rozměr tělesa
 \boldsymbol{k} – konstanta úměrnosti

5.2.2.1.2 Odporová síla prostředí - turbulentní proudění – Newton

Pohyb míče větších rozměrů vyšší rychlostí vzduchem je znázorněn na Obr. 5-14. Ve vzduchu se po průchodu míče vytvářejí víry. Za míčem se sníží tlak, ten je brzděn a dráha jeho letu je nepravidelná.



Obr. 5-14 Turbulentní proudění vzduchu kolem letícího míče (Ferenc, 2006b)

Pro pohyb těles v prostředí vyšší relativní rychlostí (přibližně nad $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), kdy nastává turbulentní proudění, pak používáme Newtonův zákon odporu:

$$F = \frac{1}{2} \cdot S \cdot \rho \cdot v^2 \quad (5.15)$$

kde: S – obsah plochy tělesa kolmé ke směru pohybu tělesa

ρ – hustota odporového prostředí

v – rychlost pohybu tělesa

Pro zobecnění pro libovolný tvar tělesa je vztah upraven na:

$$F = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot S \cdot \rho \cdot v^2 \quad (5.16)$$

kde: C_x – součinitel odporu prostředí

S – obsah plochy tělesa kolmé ke směru pohybu tělesa

ρ – hustota odporového prostředí

v – rychlost pohybu tělesa

Shape	Drag Coefficient
Sphere	0.47
Half-sphere	0.42
Cone	0.50
Cube	1.05
Angled Cube	0.80
Long Cylinder	0.52
Short Cylinder	1.15
Streamlined Body	0.04
Streamlined Half-body	0.09

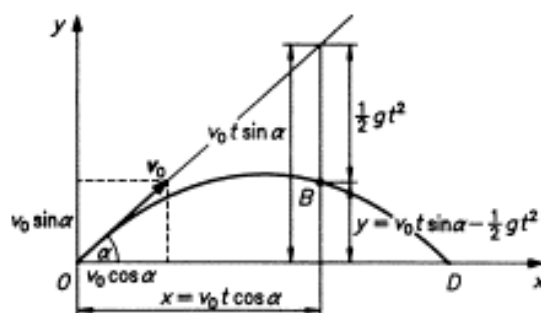
Measured Drag Coefficients

Obr. 5-15 Součinitel odporu prostředí C_x pro různé tvary těles (Drag coefficient - Wikipedia, the free encyclopedia, 2010)

5.2.2.2 Šikmý vrh

Šikmý vrh je takový pohyb tělesa, kterému jsme udělili počáteční rychlost, jejíž směr svírá s vodorovnou rovinou elevační úhel (α). Při bližším pohledu zjistíme, že se jedná o skládání dvou pohybů. Přímočarého (směr osy X) a svislého vrhu (směr osy Y).

Trajektorii tohoto pohybu je parabola. Pokud budeme uvažovat i odpor prostředí, pak je trajektorií balistická křivka.



Obr. 5-16 Trajektorie šikmého vrhu ve vakuu (převzato z <http://radek.jandora.sweb.cz/f12.htm>)

Pro určení polohy a rychlosti tělesa pohyb rozložíme na již zmíněné pohyby (přímočarý pohyb a svislý vrh). Počáteční rychlost (v_0) rozložíme na vodorovnou počáteční rychlost (v_x) a svislou počáteční rychlost (v_y), jak je znázorněno na obrázku Obr. 5-16.

$$v_x = v_0 \cdot \cos a \quad (5.17)$$

$$v_y = v_0 \cdot \sin a \quad (5.18)$$

Pokud známe rychlost (v_x a v_y) jakou se těleso pohybuje a čas (t), po který se pohybovalo, můžeme určit přesnou polohu, ve které se těleso nachází v daném čase od počátku vrhu. Hodnoty x a y lze určit jako průmět do jednotlivých os (X a Y).

$$x = v_x \cdot t = v_0 \cdot t \cdot \cos a$$

$$x = v_0 \cdot t \cdot \cos a \quad (5.19)$$

$$y = v_y \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 = v_0 \cdot t \cdot \sin \alpha - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$y = v_0 \cdot t \cdot \sin \alpha - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \quad (5.20)$$

Poznámka: Protože je zvolená orientace souřadnicového systému klasická, bude tíhové zrychlení (g) záporné ($a_y = -g$). Proto je ve vztahu (5.20) člen $\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ odečítán. Hodnotu tíhového zrychlení dosazujeme ale vždy kladnou, tedy ($g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)

5.2.2.2.1 Dolet tělesa

K vyjádření doletu tělesa použijeme vztah (5.19). V ose (X) bude vzdálenost od počátečního místa letu:

$$D = v_x \cdot t_D = v_0 \cdot t_D \cdot \cos a$$

Vyjádříme si tak vztah pro celkový čas letu:

$$t_D = \frac{D}{v_0 \cdot \cos a}$$

Protože výška v ose (Y) bude nulová, upravíme vztah (5.20), pak lze dosadit čas let (t_D) a psát:

$$y = v_y \cdot t_D - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_D^2$$

$$y = 0$$

$$0 = v_0 \cdot \sin a \cdot t_D - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_D^2$$

$$0 = v_0 \cdot \sin a \cdot \frac{D}{v_0 \cdot \cos a} - \frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{D}{v_0 \cdot \cos a} \right)^2$$

$$0 = D \cdot \tan a - \frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{D}{v_0 \cdot \cos a} \right)^2$$

$$D \cdot \tan a = \frac{1}{2} \cdot g \cdot \frac{D^2}{v_0^2 \cdot \cos^2 a}$$

$$D = \tan a \cdot \frac{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 a}{g} = \frac{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos a \cdot \sin a}{g}$$

$$D = \frac{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos a \cdot \sin a}{g}$$

Což lze psát také jako:

$$D = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2a}{g} \quad (5.21)$$

5.2.2.2 Maximální výška výstupu tělesa

Rychlost (v_y) v maximální výšce v Y -ové ose bude nulová. Protože gravitační síla působí proti pohybu tělesa, snižuje se postupně jeho rychlost. Do (5.18) tedy započítáme vliv gravitační síly, pak:

$$v_y = v_0 \cdot \sin a - g \cdot t_H$$

$$v_y = 0$$

$$0 = v_0 \cdot \sin a - g \cdot t_H$$

Vyjádříme čas výstupu do maximální výšky vrhu:

$$t_H = \frac{v_0 \cdot \sin a}{g}$$

Dosadíme čas (t_H) výstupu do vztahu (5.20):

$$H = v_0 \cdot t_H \cdot \sin a - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_H^2$$

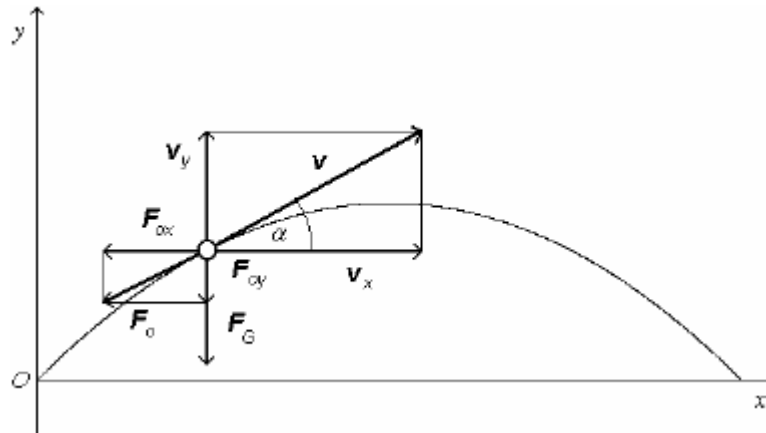
$$H = v_0 \cdot \frac{v_0 \cdot \sin a}{g} \cdot \sin a - \frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{v_0 \cdot \sin a}{g} \right)^2 = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 a}{g} - \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 a}{2 \cdot g}$$

$$H = \frac{2 \cdot v_0^2 \cdot \sin^2 a - v_0^2 \cdot \sin^2 a}{2 \cdot g} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 a}{2 \cdot g}$$

$$H = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 a}{2 \cdot g} \quad (5.22)$$

5.2.2.3 Šikmý vrh v odporovém prostředí

5.2.2.3.1 Příprava na modelování jevu



Obr. 5-17 Šikmý vrh ve vakuu (Lepil, 2007)

Při pádu v odporovém prostředí působí na padající těleso tíhová síla (F_G) a odporová síla (F_O) jak plyne z obrázku Obr. 5-17.

$$F_G = m \cdot g$$

$$F_O = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot S \cdot \rho \cdot v^2$$

Celkovou sílu (F) pak můžeme spočítat jako součet všech působících sil na těleso. Musíme při tom ale zohlednit směr jednotlivých sil vzhledem k souřadnicovému systému.

Z druhého pohybového Newtonova zákona odvodíme zrychlení:

$$a = \frac{F}{m}$$

kde: a – zrychlení tělesa

F – výslednice sil působících na těleso

m – hmotnost tělesa

Určíme rychlost v daném čase jako:

$$v(t) = v(t-1) + a \cdot dt$$

kde: $v(t)$ – rychlost tělesa v daném okamžiku

$v(t-1)$ – rychlost tělesa v předchozím okamžiku

a – zrychlení tělesa

dt – přírůstek času

Poznámka: rychlost počítáme pro obě osy (X a Y)

Rychlost pohybujícího se tělesa lze rozepsat na jednotlivé složky (v_x a v_y). Jejich geometrickým součtem pak získáváme výslednou hodnotu rychlosti.

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \quad (5.23)$$

A nakonec polohu v daném čase:

$$x(t) = x(t-1) + v(t) \cdot dt$$

$$y(t) = y(t-1) + v(t) \cdot dt$$

5.2.2.3.2 Pohyb v ose Y

V ose y budeme psát tíhovou sílu jako zápornou (opačný směr, než je kladný směr osy Y). Odporovou sílu prostředí (5.16) budeme psát tíhovou sílu také jako zápornou (působí totiž proti směru pohybu tělesa). Výsledná síla pak bude:

$$F_y = -F_G - F_O$$
$$F_y = -m \cdot g - \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot S \cdot r \cdot v_y^2 = -m \cdot g - \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot S \cdot r \cdot v^2 \cdot \cos a$$
$$F_y = -m \cdot g - \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot S \cdot r \cdot v \cdot v_y \quad (5.24)$$

Znaménko odporové síly (F_O) je určeno směrem a velikostí rychlosti (v_y).

Poznámka: rozklad rychlosti (v^2) na součin ($v \cdot v_y$) vyplývá z rozkladu rychlostí na obrázku Obr. 5-17 na straně 119.

Vyjádríme zrychlení tělesa v ose Y:

$$a_y = \frac{F_y}{m} \quad (5.25)$$

Rychlost tělesa v ose Y:

$$v_y(t) = v_y(t-1) + a_y \cdot t \quad (5.26)$$

Souřadnice v ose Y:

$$y(t) = y(t-1) + v_y \cdot t \quad (5.27)$$

5.2.2.3.3 Pohyb v ose X

V ose x se tíhová síla neuplatní, nebudeme s ní tedy počítat. Odporová síla prostředí (5.16) působí proti směru pohybu tělesa, budeme ji psát jako zápornou (opačný směr, než je kladný směr osy X). Výsledná síla pak bude:

$$F_x = -F_o$$
$$F_x = -\frac{1}{2} \cdot C_x \cdot S \cdot r \cdot v_x^2 = -\frac{1}{2} \cdot C_x \cdot S \cdot r \cdot v^2 \cdot \sin a$$

$$F_x = -\frac{1}{2} \cdot C_x \cdot S \cdot r \cdot v \cdot v_x \quad (5.28)$$

Znaménko odporové síly (F_o) je určeno směrem a velikostí rychlosti (v_x).

Vyjádříme zrychlení tělesa v ose X :

$$a_x = \frac{F_x}{m} \quad (5.29)$$

Rychlost tělesa v ose X :

$$v_x(t) = v_x(t-1) + a_x \cdot t \quad (5.30)$$

Souřadnice v ose X :

$$x(t) = x(t-1) + v_x \cdot t \quad (5.31)$$

5.2.2.4 Magnusův jev

Jev, který vzniká při obtékání rotujícího tělesa jakoukoli tekutinou (kapalin, plyn). Podrobně jej popsal Gustav Heinrich Magnus roku 1852. Ovšem první informace o tomto jevu lze nalézt z roku 1672 v zápiscích Isaaca Newtona. Ani Albertu Einsteinovi tento jev neunikl, po určitý čas se jím zabýval (Landau, 1975), (Janalík, 2008).

Pokud se pohybuje rotující těleso v tekutině, je odkláněno od původního směru pohybu silou, která vzniká příčinou způsobenou rotací pohybujícího se tělesa.

Magnusův jev se projevuje v různých sportech. Někdy je vítán (golf) jindy nikoli (kopaná, odbíjená). Kdo tohoto jevu umí využívat, dosahuje lepších výsledků.

Vliv rotace míče spočítáme pomocí Kutt-Žovského vztahu. Nejdříve ale potřebujeme znát cirkulaci tělesa (Γ):

$$\Gamma = 2 \cdot \rho \cdot r_0^2 \cdot \omega \quad (5.32)$$

kde: Γ – cirkulace tělesa

r_0 – poloměr tělesa

ω – úhlová rychlost tělesa při rotaci

Vypočtenou cirkulaci tělesa (Γ) dosadíme do Kutt-Žovského vztahu:

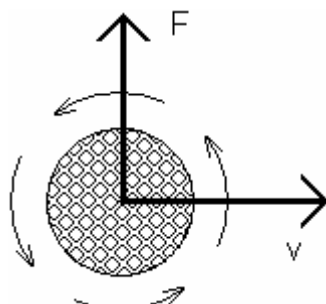
$$F_{MAGNUS} = \rho \cdot d \cdot w \cdot \Gamma \quad (5.33)$$

kde: Γ – cirkulace tělesa

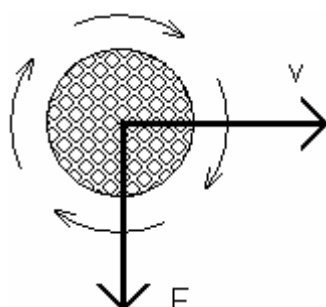
d – průměr tělesa

w – rychlost proudění vzduchu kolem tělesa nebo obráceně rychlost tělesa vůči nehybnému vzduchu

Vypočtenou sílu (F_{MAGNUS}) pouze přičteme (v případě horní rotace znázorněno na Obr. 5-18) nebo odečteme (dolní rotace znázorněno na Obr. 5-19) od působících sil v osách x a y .



Obr. 5-18 Horní rotace míče



Obr. 5-19 Dolní rotace míče

5.2.2.4.1 Příklad

Míč padá k zemi a rotuje přitom doprava (ve směru hodinových ručiček). Pro zjednodušení si můžeme představit, že rotující míč je na místě a vzduch ho obtéká směrem nahoru. Mohlo by se pak zdát, že rychlost obtékajícího vzduchu na pravé straně vzhledem k povrchu míče je vyšší než na levé (mělo by být způsobeno rotací míče). Na levé straně by měl být tedy nižší tlak a na míč tak bude působit síla, která odchýlí míč doprava. Tento předpoklad je však jiný než provedená pozorování.

Vysvětlení lze nalézt v „mezní vrstvě vzduchu“. Je to vrstva vzduchu, kterou je míč „obalen“. Při letu míče dochází k jejímu „odtrhávání“. Pokud se odtrhne příliš brzo, vznikají víry v důsledku narušení „hladkého“ proudění vzduchu kolem míče. Proto je povrch míčů pro kopanou, odbíjenou, golf a další sporty zdrsňován.

Z pohledu rychlostí míče vztahované k jeho těžišti, se na levé straně bude rychlost vzduchu v mezní vrstvě a rychlost obtékání sčítat. Na pravé straně tomu bude naopak, tedy tyto rychlosti se budou odečítat. Tlak vzduchu je tedy na levé straně nižší. Míč bude vychylován doleva od svislého směru pádu vlivem tlakové síly.

5.2.2.5 Příklad z golfu

5.2.2.5.1 Příklad 1

5.2.2.5.1.1 Zadání

Kolikrát by musel Tiger Woods hrát míč ve vakuu, když hraje jamku na vzdálenost 350 m a do jaké maximální výšky míček vystoupal?

Uvažujeme všechny parametry podle pravidel, žádný odraz míče a nulový odpor vzduchu (protože hraje ve vakuu).

5.2.2.5.1.2 Řešení

Vstupní parametry, úhel (α) volíme libovolně, počáteční rychlost (v_0) volíme podle zadání a tíhové zrychlení (g) je dáno:

$$v_0 = 76,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$\alpha = 20^\circ$$

$$g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

$$D = ?$$

$$H = ?$$

Pro výpočet doletu míčku (D) použijeme vztah (5.21) a dosadíme základní parametry:

$$D = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$$

$$D = \frac{76,2^2 \cdot \sin(2 \cdot 20)}{9,81} = \frac{76,2^2 \cdot \sin 40}{9,81} = 380,46 \text{ m}$$

Pro výpočet maximální výšky výstupu míčku (H) použijeme vztahy (5.22) a (5.21) a opět dosadíme základní parametry:

$$D = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2a}{g}$$

$$D = \frac{76,2^2 \cdot \sin(2 \cdot 20)}{9,81} = \frac{76,2^2 \cdot \sin 40}{9,81} = 380,46m$$

$$H = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 a}{2 \cdot g}$$

$$H = \frac{76,2^2 \cdot \sin^2 20}{2 \cdot 9,81} = 34,62m$$

Odpověď:

- Golfový míček doletěl do vzdálenosti 380,46 metrů. Míček bude Tiger Woods hrát pouze jednou.
- Golfový míček vystoupal do výšky 34,62 metrů.

Poznámka: Obě vypočtené hodnoty je možné získat v ideálním případě. Míček by se musel pohybovat v neodporujícím prostředí a za úplného bezvětří, tedy ve vakuu. Proto jsou vypočítané hodnoty v rozporu s pravidly uvedenými v kapitole 5.2.1.1 Výňatek z pravidel golfu na straně 107.

5.2.3 Golf z pohledu informatika

Stejně jako v kapitole 5.1.4 Cyklistika z pohledu informatika na straně 80, je i v tomto případě stejná koncepce tvorby obrázku. Jmenovitě tedy:

- deklarace globálních proměnných
- definování funkcí pro vykreslení příslušných elementů
- deklarace proměnných pro daný případ
- vlastní volání funkcí při tvorbě obrázku

Protože je model „Let (golfového) míčku v odporovém prostředí s odrazem“ v práci jediný svého druhu, není potřeba vytvářet stejně širokou základnu společných funkcí jako je tomu u modelů „Hnací soustava bicyklu (pohled na převodový systém)“.

Opět je použito stejného nastavení barev, jako ve všech modelech. Lze tak dosáhnout jednotnosti a přehlednosti napříč spektrem vytvořených modelů.

Výpočet pozice míčku je v tomto případě jednoduchý, a je vykonáván cyklem `do while`. Cyklus končí, pokud je pozice v ose y rovna nule. Míček se tedy již neodráží ani nekutálí. Díky tomu omezíme počet průchodů cyklem na minimální, a zrychlíme celkový výpočet.

Hodnotu přírůstku času `$dt` nastavíme na hodnotu 0,001. To nám zaručí souvislé grafy.

Aby bylo možné vykreslit odraz míčku, je potřeba započítat i jeho elasticitu při dopadu, proto je v cyklu vytvořena podmínka:

```
if (($y < $Rmic)) {  
  $vy = -$e * $vy;  
  $vx = $e * $vx;  
};
```

Ta zaručuje snížení rychlosti v obou osách o hodnotu `$e`, což je již zmiňovaná elasticita míčku.

Protože se směr rychlosti v okamžiku nárazu v ose y mění na opačný, je ve výrazu `$vy = -$e * $vy`; celá hodnota rychlosti „převrácena“ na opačnou.

Protože je velmi složité určit dobu letu míče s odrazem, je využito práce s časem. Jelikož přičítáme elementární rozdíl $\Delta t = 0.001$, můžeme po skončení zmiňovaného cyklu vypsát konečný čas po jeho vykonání, získáme tak velmi přesný čas pohybu míčku.

Obdobným způsobem lze určit maximální výšku, do které míček vystoupí a vzdálenost, jakou urazí od místa drivu. Byl použit tento zápis:

```
if ($x > $xmax) {$xmax = $x};  
if ($y > $ymax) {$ymax = $y};
```

určení polohy v 2D prostrou pak probíhá pomocí výpočtů:

```
$Fx = 0 - $k * $vx * $v;  
$Fy = 0 - $m * $g - $k * $vy * $v;  
  
$ax = $Fx / $m;  
$ay = $Fy / $m;  
  
$vx = $vx + $ax * $dt;  
$vy = $vy + $ay * $dt;  
$v = sqrt(pow($vx, 2) + pow($vy, 2));  
  
$x = $x + $vx * $dt;  
$y = $y + $vy * $dt;
```

Do výstupního obrázku je již vykreslovaná trajektorie pohybu míčku, rychlost míčku v osách x a y , celkový rychlost míčku.

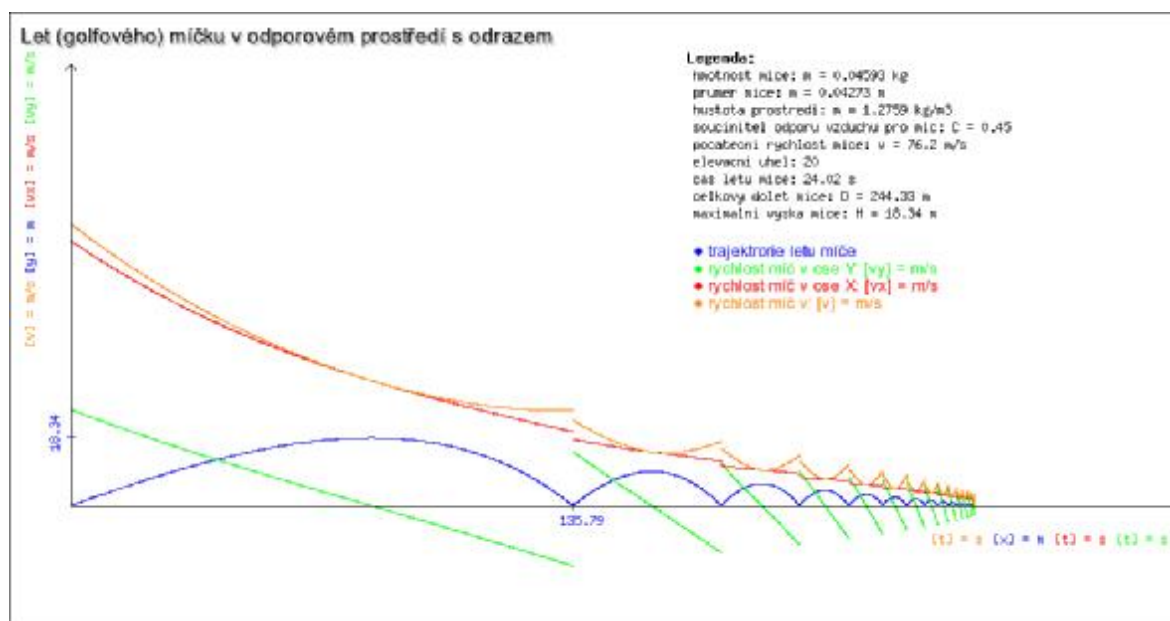
5.2.4 Fyzikální modelování

5.2.4.1 Model: Let (golfového) míčku v odporovém prostředí s odrazem

Modeluje několikanásobný šikmý vrh pružného míčku s následným odrazem. Protože nedochází k dokonale pružnému rázu, ale k rázu nepružnému, přemění se část kinetické energie na deformační energii. Míček se od země odrazí s nižší rychlostí. Její velikost je dána elasticitou míčku (e). Po odrazu má rychlost opačný směr. Vlivem odporového prostředí již míček nevystoupí do stejné výšky jako v předchozí fázi letu.

Protože je započítávána i odporová síla prostředí simulují tak pohyb míčku v reálném prostředí. Míček mezi jednotlivými odrazy opisuje balistickou křivku.

Uvažují, že je bezvětrí a hráč hraje míč bez „falše“, neudělí míči tedy žádnou rotaci.



Obr. 5-20 Obrazový výstup z modelu: Let (golfového) míčku v odporovém prostředí s odrazem

Jak je patrné z průběhu rychlostí v jednotlivých osách, ale i celkové rychlosti, dochází při odrazu k nespojitostem. V reálném příkladu je tato přeměna spojitá, protože míček se při dopadu deformuje a dochází k plynulé změně směru rychlosti.

5.2.4.2 Model: Let (golfového) míčku v odporovém prostředí – dolet míče v závislosti na elevačním úhlu

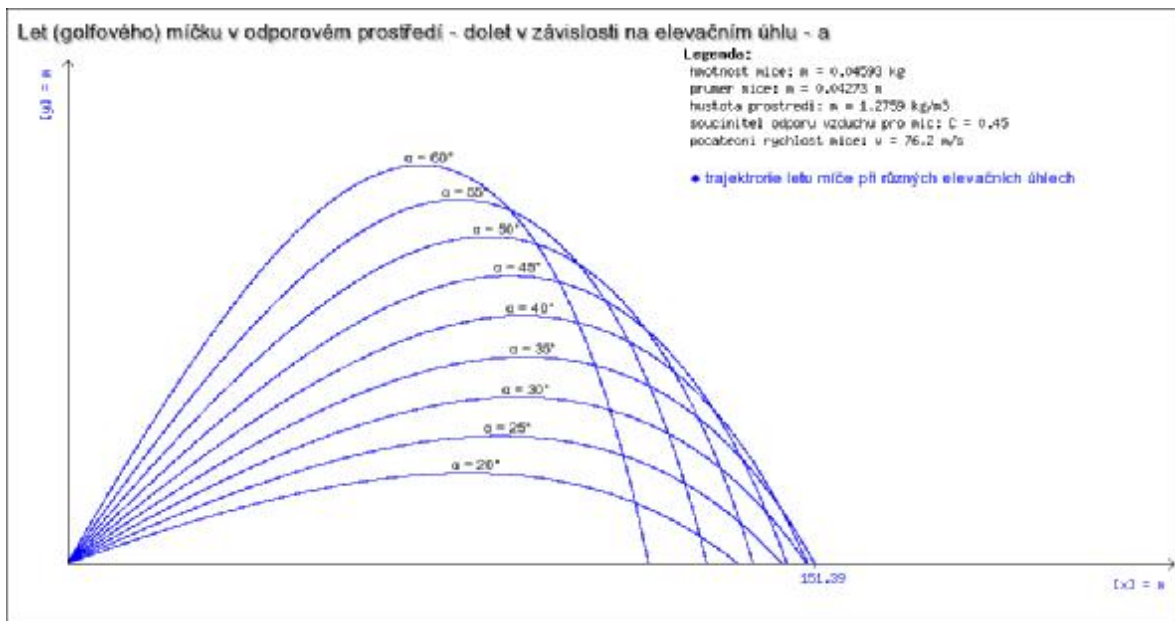
Zkoumá dolet při šikmém vrhu míče v závislosti na elevačním úhlu.

Model je rozdělen do dvou grafů, kde v prvním je vykreslena trajektorie letu míče při různých hodnotách elevačního úhlu (20 ° až 60 °).

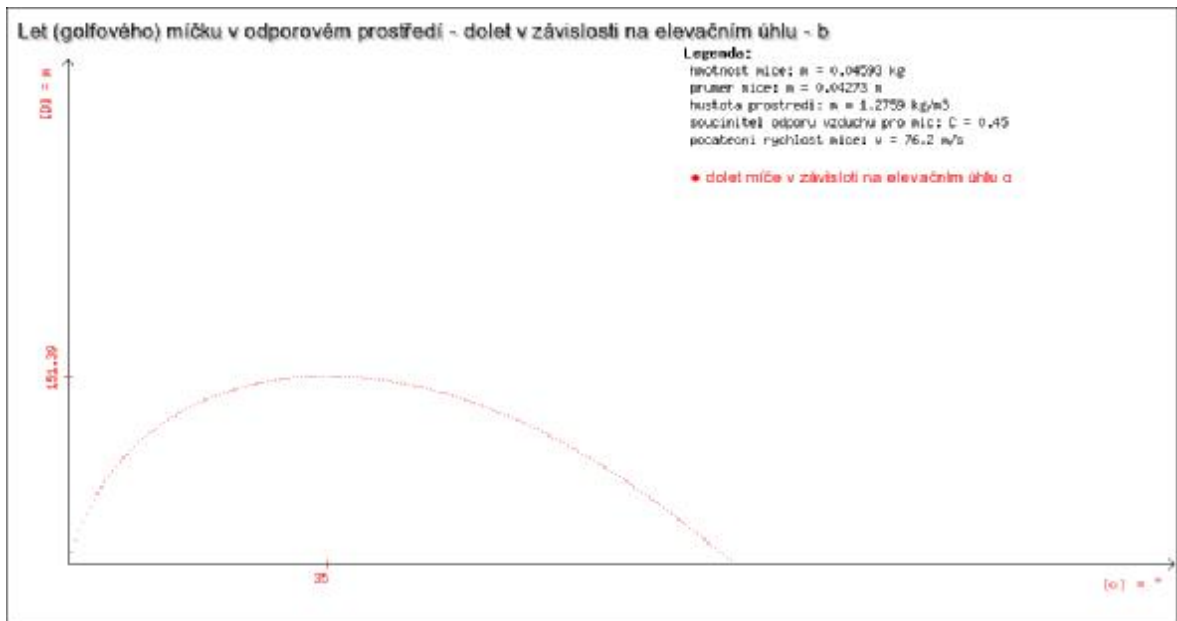
Stejně jako v předchozím modelu i nyní je uvažován odpor prostředí. Trajektorie míčku je balistická křivka.

V druhém grafu je pak již znázorněno, jaký zvolit elevační úhel pro maximální dolet míče. Elevační úhel je dán parametry míče (průměr a hmotnost).

Uvažují, odpor vzduchu, bezvětří a hráč hraje míč bez „falše“, neudělí míči tedy žádnou rotaci.



Obr. 5-21 Let (golfového) míčku v odporovém prostředí - dolet v závislosti na elevačním úhlu - a



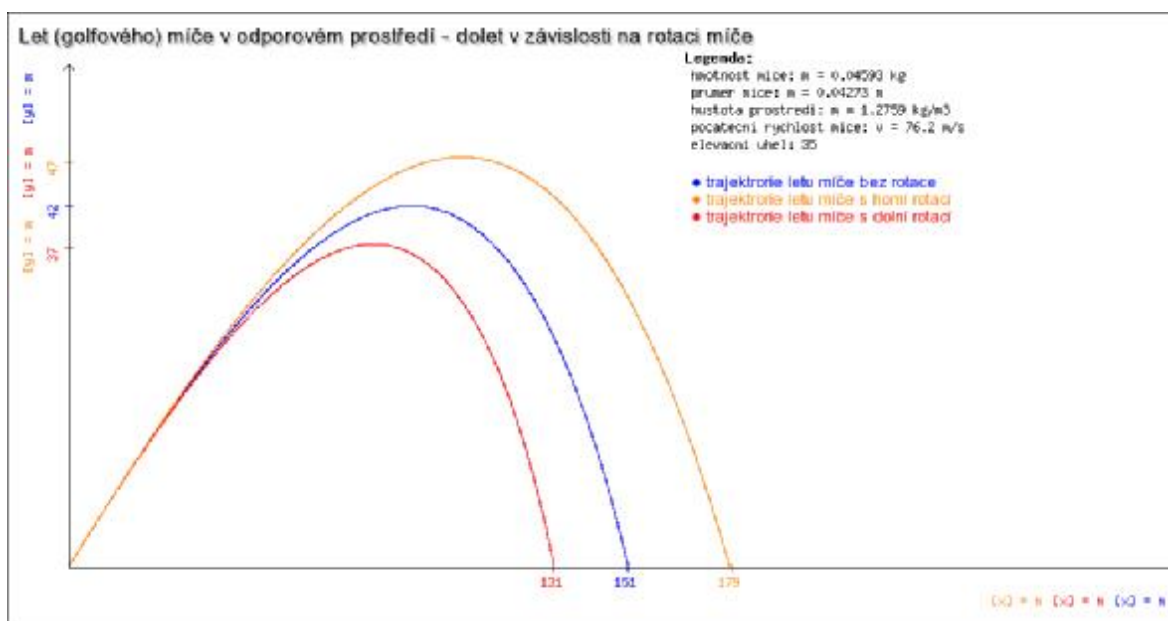
Obr. 5-22 Let (golfového) míčku v odporovém prostředí - dolet v závislosti na elevačním úhlu - b

5.2.4.3 Model: Let (golfového) míče v odporovém prostředí - dolet v závislosti na rotaci míče

Zkoumá závislost doletu a maximální výšky výstupu míče na rotaci míče při šikmém vrhu. Jak je uvedeno v kapitole 5.2.2.4 Magnusův jev, dolet míče závisí na rotaci letícího míče. Pokud udělíme míči také rotaci při uvedení do pohybu. Model nabízí grafické porovnání doletu míče s horní rotací, dolní rotací a bez rotace.

Uvažuji, odpor vzduchu, bezvětří a hráč hraje míč bez „falše“, neudělí míči tedy žádnou rotaci.

Z grafů vyplývá, že míč s horní rotací dolétne do větší vzdálenosti od místa „odpalu“.



Obr. 5-23 Let (golfového) míče v odporovém prostředí - dolet v závislosti na rotaci míče

5.2.5 Shrnutí

Let golfového míčku je z hlediska fyziky zajímavý děj.

Pomocí vytvořených modelů lze žákům demonstrovat vliv hustoty okolního prostředí na rychlost pohybu těles. Dolet míčku v závislosti na počáteční rychlosti, velikosti elevačního úhlu, průměru a hmotnosti míčku.

Variabilita tohoto modelu je vysoká, a závisí na učitelích, jak toho využijí ve prospěch žáků a jejich vědomostí a dovedností.

Jedna z možností vzájemného propojení vytvořených modelů s tematikou golfového míčku se nabízí u modelů „*Let (golfového) míčku v odporovém prostředí – dolet míče v závislosti na elevačním úhlu*“ a „*Let (golfového) míče v odporovém prostředí - dolet v závislosti na rotaci míče*“. V prvním z uvedených žáci namodelují pro libovolný míč dolet v závislosti na elevačním úhlu. Modelem vypočtenou hodnotu úhlu dosadí do druhého jmenovaného modelu. Jako výstup práce s oběma modely by mohl být tabulka s hmotností, průměrem, elevačním úhlem a doletem zvoleného míče.

5.3 Parašutista

Parašutismus, který patří do rodiny leteckých sportů, je v poslední době hojně vyhledávaným adrenalinovým sportem. Seskok může probíhat z výšek od 700 metrů do 4 000 metrů nad úrovní terénu.

Vlastní let můžeme rozdělit na dvě fáze. První je volný pád, druhá je let na již otevřeném padáku (Řepka, 1980).

Po výskoku parašutisty z letadla následuje volný pád. Ten trvá až do otevření padáku, což v některých případech může trvat déle než jednu minutu. V prvních sekundách po výskoku převažuje setrvačná rychlost (udělená pohybujícím se letadlem, ze kterého parašutista vyskočil), teprve poté převáží gravitace.

Rychlost pádu parašutisty závisí na výšce výskoku a na výšce, ve které byl otevřen padák. Padák je většinou otevírán ve výšce okolo 1 000 metrů nad zemí, od této výšky je již zaručeno, že odporová síla vzduchu dokáže zcela otevřít celý padák. Jeho otevírání je pozvolné, aby byla plynule snižována rychlost pádu. U sportovních padáků, které se otevírají i několik sekund, lze počítat se ztrátou výšky 150 metrů až 300 metrů. Pokud by se tak nestalo a hlavní padák se neotevřel, může ho parašutista odhodit a otevřít padák záložní. Pro odhození hlavního padáku je považována krajní hranice 300 metrů až 500 metrů.

5.3.1 Parašutismus z pohledu sportovce

Parašutismus nebo také *Skydiving*. Doslovně přeloženo z angličtiny, potápění se v oblacích.

5.3.1.1 Tandemový seskok

Tandemový seskok je adrenalinovým zážitkem. Minimální věková hranice klienta je 8 let, horní hranice je téměř neomezená. Minimální výška klienta je 120 cm. Maximální hmotnost klienta se doporučuje 115 kilogramů. Mohou skákat i těžší lidé, ale jejich tandemový pilot musí mít nižší hmotnost, aby nebyla překročena nosnost padáku.

Klient je připoután k tandemovému pilotovi¹⁸, který řídí celý průběh letu. Seskok probíhá ve výšce kolem 4 000 m. Řízený volný pád je ukončen přibližně po minutě, ve výšce 1 600 až 1 500 m. Tehdy je otevřen padák a následuje přibližně 10 minut řízeného letu na padáku. Někdy má klient možnost řídit padák (Impact - Tandemový seskok padákem Praha - Tandemové seskoky za 3000 Kč letiště Kolín, Paraškola Impact, 2009).

Seskok mohou absolvovat i nevidomí či slabozrací, neslyšící, paraplegici nebo jinak tělesně postižení.

Naopak seskoky nejsou doporučovány lidem trpícím:

- epilepsií
- záchvaty
- náhlou ztrátou zraku
- omdlěváním či jinými kolapsovými stavy
- srdeční problémy
- těžkou mentální nemocí
- závislým na drogách nebo alkoholu

¹⁸ *Tandemový pilot* - zkušený parašutista, absolvováno minimálně 1 000 seskoků

5.3.1.2 IAFF

Kurz je nabízen klientům, kteří již absolvovali tandemový seskok. Skáče se z výšky kolem 4 000 metrů. Klient skáče sám, v doprovodu dvou dalších instruktorů, se kterými je v radiovém kontaktu.

Průběh kurzu je následující: jednodenní teoretická a pozemní příprava, vlastní seskok.

Po absolvování lze pokračovat v kurzu AFF.

5.3.1.3 AFF - Accelerated Freefall Training - Zrychlený výcvik volného pádu

Zrychlený výcvikový kurz k získání základních dovedností techniky volného pádu a řízení padáku. Klient absolvuje 1. tandemový seskok, jednodenní teoretickou a pozemní přípravu, osm základních úloh (což je 8 až 12 seskoků). Vždy jsou s klientem ve vzduchu další instruktoři.

5.3.1.4 Základní parašutistický výcvik na padáku typu křídlo

Probíhá z výšek do 1 200 metrů. Padák je otevřen automaticky ihned po opuštění letadla. Klient pak již může zkoušet řídit padák. Následně lze pokračovat v parašutistické sportovní přípravě, kde absolvuje jednodenní teoretickou a pozemní přípravu. Poté již parašutista získává oprávnění kategorie A a může sám skákat z výšky 4 000 metrů.

Parašutista je s instruktory v radiovém kontaktu.

Podmínkou je minimální věk, 15 let a úspěšné absolvování lékařské prohlídky.

5.3.1.5 Slovník základních pojmů

(Slovník skydiverských výrazů - Slovník - 4000.cz - sportovní parašutismus, tandemové seskoky, AFF, parašutistický výcvik, 2009)

- cypres – zařízení k automatickému otevření záložního padáku bez zásahu parašutisty
- postroj – slouží k upevnění padáku na tělo parašutisty, úlohou postroje je rozložit síly působící při otvírání padáku (přetížení až 7 G), na svislých popruzích jsou rukojeti pro odhoz hlavního vrchlíku a otvírání záložního padáku, níže je pak madlo k otvírání hlavního padáku, na zádech jsou v obalu uloženy oba vrchlíky se šňůrami (v horní části záložní, v dolní části hlavní vrchlík)
- slider – slouží ke zpomalení otvírání padáku a tím ke zmírnění dynamického nárazu při prudkém zpomalení volného pádu
- vrchlík – má tvar obdélníku, při pohledu z boku profil křídla, je tvořen 7 či 9 dvoukomorovými kanály (jsou na náběžné hraně otevřeny, při letu nabírají vzduch, na odtokové straně jsou uzavřeny), ze spodní strany je k vrchlíku přišito 18 šňůr, nosných šňůr je 16, v horní části jsou rozdvojeny a v dolní části končí na sponách nosných popruhů, 2 šňůry jsou řídicí (řidičky)
- výtahový padáček – slouží k vytažení vrchlíku

5.3.2 Parašutismus z pohledu fyzika

5.3.2.1 Odporová síla prostředí

Viz kapitola: 5.2.2.1 Odporová síla prostředí na straně 111.

5.3.2.2 Volný pád

Volný pád je takový rovnoměrně zrychlený pohyb tělesa o hmotnosti (m), a nulové počáteční rychlosti (v_0), při kterém na těleso padající v homogenním gravitačním poli nepůsobí žádná další síla (odporová síla prostředí se zanedbává). Těleso je tedy volně puštěno v blízkosti povrchu Země (lze uvažovat i vzdálenost desítek kilometrů, záleží na tom, jak přesnou požadujeme hodnotu).

Pohybové rovnice pak lze psát:

$$F = -m \cdot g$$

$$F = m \cdot a$$

$$F = F$$

$$m \cdot a = -m \cdot g$$

$$a = -g$$

Z výsledku vyplývá, že hmotnost tělesa, nemá při volném pádu na jeho pohyb vliv. Všechna tělesa padají k zemi stejným zrychlením. Tento jev lze na Zemi demonstrovat pomocí Newtonovy trubice¹⁹.

¹⁹ Trubice má přibližně délku 100 cm a průměr 4 cm. V trubici bývají tělesa rozdílné hmotnosti a plochy (kulička a pířko). Po připojení k vývěvě a odsátí vzduchu lze demonstrovat volný pád ve vakuu. Pířko padá mnohem pomaleji než kulička. Příčinou je odporová síla vzduchu působící na jejich povrch. Pířko má mnohem větší povrch než kulička, proto je odporem vzduchu více „brzděno“ a padá pomaleji. Ve vakuu tento jev nepozorujeme, obě tělesa dopadnou na dno ve stejný okamžik.

5.3.2.3 Volný pád parašutisty ve vzduchu

5.3.2.3.1 Kritická rychlost při pádu parašutisty ve vzduchu

Pokud se těleso pohybuje ve vzduchoprázdnu, tak jeho rychlost neustále roste, jak je vidět v kapitole 5.3.2.2 Volný pád na straně 138. Ve vzduchu však roste odporová síla se čtvercem rychlosti podle vztahu (5.16).

Pro náš případ budeme uvažovat, že parašutista skáče z nehybného tělesa, tedy z ukotveného balónu nebo na místě poletujícího vrtulníku. Počáteční rychlost parašutisty bude nulová. Ovšem budeme již uvažovat odporovou sílu prostředí, stejně jako Řepka (Řepka, 1980).

Když vzroste odpor vzduchu natolik, že bude roven tíze parašutisty, budou síly v rovnováze a jejich výslednice bude nulová. Od této chvíle bude parašutista padat stálou rychlostí. Tato rychlost se nazývá *kritická rychlost*. Můžeme ji spočítat:

$$F_G = m \cdot g$$

$$F = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot S \cdot \rho \cdot v^2$$

$$F = F_G$$

$$m \cdot g = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot S \cdot \rho \cdot v_{KRIT}^2$$

$$v_{KRIT}^2 = \frac{2 \cdot m \cdot g}{C_x \cdot S \cdot \rho}$$

$$v_{KRIT} = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g}{C_x \cdot S \cdot \rho}} \quad (5.34)$$

kde: m – hmotnost parašutisty i s výstrojí

g – $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; tíhové zrychlení

C_x – součinitel odporu prostředí

S – obsah plochy tělesa kolmé ke směru pohybu tělesa

ρ – hustota odporového prostředí

Jak vidíme ze vztahu (5.34) hodnota kritické rychlosti pádu závisí na ploše kolmé ke směru pádu a to nepřímo úměrně. Toho využívají parašutisté při skupinové akrobacii. Když se k sobě přibližují parašutisté, kteří vyskočili v různý okamžik, je potřeba aby ten co vyskočil jako první, měl co největší plochu vůči obtékajícímu vzduchu. Ten, který vyskočil později, se musí snažit naopak zaujmout co nejmenší plochu, aby se k sobě rychleji přiblížili a mohli provádět jednotlivé prvky po delší čas.

Během pádu parašutisty se mění hustota s nadmořskou výškou, jak se parašutista, obecně i jakékoli jiné těleso, blíží k zemi, roste hustota vzduchu. S tím je spojena i hodnota kritické rychlosti (v_{KRIT}), která s klesající výškou nad zemským povrchem klesá. Pokles hustoty vzduchu lze spočítat upravenou *barometrickou rovnicí*:

$$r = r_0 \cdot e^{-\frac{r_0 \cdot \Delta h \cdot g}{p_0}} \quad (5.35)$$

kde: $p_0 - p_0 = 101\,325\text{ Pa}$; atmosférický tlak vzduchu u hladiny moře (normál atmosférický tlak, který je odvozen z hydrostatického tlaku rtuťového sloupce vysokého 760 mm při $0\text{ }^\circ\text{C}$ na 45 ° severní šířky při hladině moře)

ρ_0 – hustota vzduchu u hladiny moře

Δh – výška nad hladinou moře

$g - g = 9,81\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; tíhové zrychlení

Poznámka: Uvedený vztah platí do výšky 100 km. V našem případě budeme uvažovat neměnnou teplotu s rostoucí výškou nad povrchem (v reálné situaci teplota s rostoucí nadmořskou výškou klesá). Průběh poklesu hustoty s nárůstem nadmořské výšky viz Příloha 3 - Pokles hustoty vzduchu s rostoucí nadmořskou výškou.

5.3.2.3.2 Volný pád parašutisty ve vzduchu – seskok z nehybného balónu

Vlastní výpočet pozice bodu již probíhá obdobně jako u golfového míčku. Použije se opět stejných úvah jako v kapitole 5.2.2.3 Šikmý vrh v odporovém prostředí. V tomto případě se ale jedná o vrh vodorovný, což je speciální případ šikmého vrhu (Řepka, 1980).

Budeme vycházet ze vztahů (5.17), (5.18), (5.19), (5.20), (5.24), (5.25), (5.28), (5.29). Hlavním rozdílem bude počáteční výška (h), která je nenulová a počáteční rychlost, která je naopak nulová.

5.3.2.3.3 Volný pád parašutisty ve vzduchu – seskok z letícího letadla

V běžné praxi se setkáváme spíše se seskokem z letícího letadla. V tomto případě bude počáteční rychlost parašutisty nenulová. Když si ji rozložíme na jednotlivé složky x a y zjistíme, že se ihned po výskoku parašutista pohybuje ve svislém směru (osa Y) vlivem působení gravitační síly. Ve směru vodorovném (osa X) se bude pohybovat vlivem setrvačnosti získané vlastní rychlostí letadla. Tato rychlost v ose X , bude postupně klesat, až bude nulová a parašutista bude padat kolmo k zemi jak uvádí Řepka (Řepka, 1980).

Vlastní výpočet pozice bodu již probíhá obdobně jako u golfového míčku. Použije se opět stejných úvah jako v kapitole 5.2.2.3 Šikmý vrh v odporovém prostředí. V tomto případě se ale jedná o vrh vodorovný, což je speciální případ šikmého vrhu. Budeme vycházet ze vztahů (5.17), (5.18), (5.19), (5.20), (5.23), (5.24), (5.25), (5.28) a (5.29). Hlavním rozdílem bude počáteční výška (h), která je nenulová a počáteční rychlost v ose X (v_x).

5.3.2.4 Příklad z parašutismu

5.3.2.4.1 Příklad 1

5.3.2.4.1.1 Zadání

Parašutista o hmotnosti 95 kg i s vybavením padá vzduchem o hustotě $1,27 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Parašutista má plochu těla $1,1 \text{ m}^2$ se součinitelem odporu vzduchu $1,1$. Plocha padáku po otevření je 42 m^2 , se součinitelem odporu vzduchu $1,33$.

- Jakou kritickou rychlostí padá parašutista k zemi před a po otevření padáku?

Uvažujeme, že vyskočil ze stojícího balónu.

5.3.2.4.1.2 Řešení

Zápis veličin ze zadání:

$$m = 95 \text{ kg}$$

$$g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

$$\rho = 1,27 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$$

$$S_1 = 0,9 \text{ m}^2$$

$$S_2 = 42 \text{ m}^2$$

$$Cx_1 = 1,1$$

$$Cx_2 = 1,33$$

$$v_{KRIT1} = ?$$

$$v_{KRIT2} = ?$$

Každé těleso, které je volně upuštěno v gravitačním poli jakékoli planety, bude padat k jejímu povrchu. V případě parašutisty tomu není jinak. Pro výpočet rychlosti v obou případech použijeme vztah (5.34).

$$v_{KRIT1} = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g}{C_{x1} \cdot S_1 \cdot \rho}}$$

$$v_{KRIT1} = \sqrt{\frac{2 \cdot 95 \cdot 9,81}{1,1 \cdot 0,9 \cdot 1,27}} = 38,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$v_{KRIT2} = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g}{C_{x2} \cdot S_2 \cdot \rho}}$$
$$v_{KRIT2} = \sqrt{\frac{2 \cdot 95 \cdot 9,81}{1,33 \cdot 42 \cdot 1,27}} = 5,12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Odpověď:

- Před otevřením padáku padá parašutista kritickou rychlostí $v_{KRIT1} = 38,50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- Po otevření padáku padá parašutista kritickou rychlostí $v_{KRIT2} = 5,12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

5.3.3 Parašutismus z pohledu informatika

Protože je volný pád parašutisty, obecně jakéhokoli tělesa, velmi zajímavým dějem, rozdělil jsem ho do dvou samostatných úloh. V první skáče z nehybného balónu a uživatel si může zvolit výšku, v jaké parašutista otevřel padák. V druhé, již reálnější, vyskočí parašutista z letícího letadla, uživatel nyní volí pouze dobu, po níž má parašutista ještě zavřený padák (jedná se o čas trvání volného pádu).

I v tomto případě platí, co jsem deklaroval už v kapitole 5.1.4 Cyklistika z pohledu informatika a 5.2.3 Golf z pohledu informatika koncepce je následující:

- deklarace globálních proměnných
- definování funkcí pro vykreslení příslušných elementů
- deklarace proměnných pro daný případ
- vlastní volání funkcí při tvorbě obrázku

Modely na téma parašutismus jsou sice v práci vytvořeny dva, ovšem jejich odlišnost natolik velká, že nemají téměř žádné společné funkce ani nastavení. Výjimkou je hlavní cyklus a globální parametry (barva a rámeček ohraničující obrázek).

Výpočet pozice parašutisty nad zemí je v obou případech vykonáván cyklem `do while`. Cyklus končí, pokud je pozice v ose y rovna nule parašutista tedy dosedl na zem. Díky tomu omezíme počet průchodu cyklem na minimální, a zrychlíme celkový výpočet.

Hodnotu přírůstku času `$dt` nastavíme na hodnotu `$dt = 0,01`. To nám zaručí dostatečně souvislé grafy a požadovanou rychlost serveru na odpověď.

5.3.3.1 Volný pád parašutisty se zavřeným/otevřeným padákem - výskok z balónu

Před vstupem programu do samotného cyklu `do while` jsou deklarovány základní parametry a to hlavně obsah plochy parašutisty a padáku a s tím související součinitel odporu vzduchu. Před otevřením padáku (`$S1`, `$C1`), po otevření padáku (`$S2`, `$C2`). V celém cyklu se pak počítá pouze s proměnnými `$S` a `$C`, do kterých je přiřazena hodnota podle výšky parašutisty.

Přiřazení hodnoty před cyklem:

```
$C = $C1;  
$S = $S1;
```

Počáteční rychlosti jsou opravdu nulové:

```
$vx = 0;  
$vy = 0;
```

Výška parašutisty je testována vždy na začátku cyklu:

```
if ($y < $h_otevreni_padaku) {  
    $C = $C2;  
    $S = $S2;  
};
```

Pro určení doby volného pádu je využito následujícího zápisu:

```
if ($C == $C1) {$t_volny_pad = $t};
```

Podmínka vlastně zjišťuje, zda již došlo ke změně plochy parašutisty. Pokud ano, je do proměnné `$t_volny_pad` přiřazena aktuální hodnota času a tato hodnota je naopak zanesena do grafu.

Výpočet pozice parašutisty nad zemí je velmi podobný výpočtům pozice golfového míčku. Jak již je v práci uvedeno, volný pád je speciálním případem šikmého vrhu.

5.3.3.2 Volný pád parašutisty se zavřeným/otevřeným padákem - výskok z letícího letadla

Deklarace základních hodnot obsahu plochy a součinitele odporu vzduchu (S_1 , C_1 , S_2 , C_2 , S , C .) je v tomto případě totožná s předcházejícím.

Stejně jako v předchozím případě, je testována podmínka na otevření padáku. Nyní ale zjišťujeme čas uplynulý od výskoku z letadla:

```
if ($t > $t_volny_pad) {  
    $C = $C2;  
    $S = $S2;  
};
```

Protože se nyní letadlo již pohybuje musíme započítávat tento fakt:

```
$vx = $v_letadla;  
$vy = 0;  
$v = sqrt(pow($vx, 2) + pow($vy, 2));
```

5.3.4 Fyzikální modelování

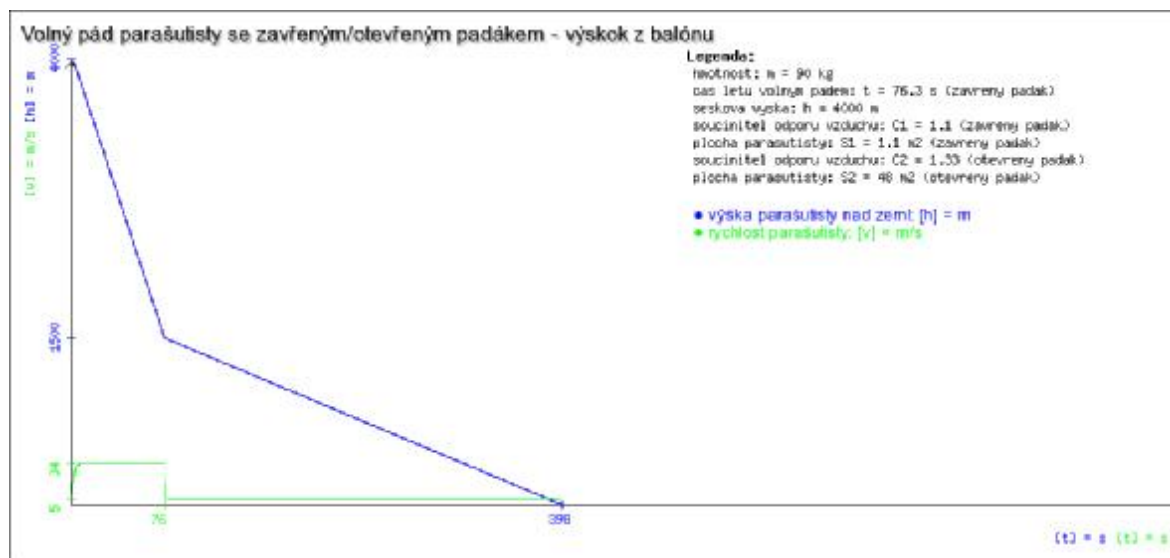
5.3.4.1 Model: Volný pád parašutisty se zavřeným/otevřeným padákem - výškok z balónu

Model studuje pohyb parašutisty po výškoku z nehybného balónu. Jedná se volný pád tělesa v odporovém prostředí.

Lze modifikovat výšku seskoku, výšku, ve které je otevřen padák a hmotnost parašutisty.

Grafy znázorňují průběh výšky parašutisty nad zemí v čase a kritickou rychlost pádu parašutisty.

V modelu je zohledněn vliv plochy a tvaru (zahrnuto v součiniteli odporu prostředí (C_x)) parašutistova těla a padáku při pádu. Je uvažován odpor vzduchu, není uvažována změna hustoty vzduchu s nadmořskou výškou.



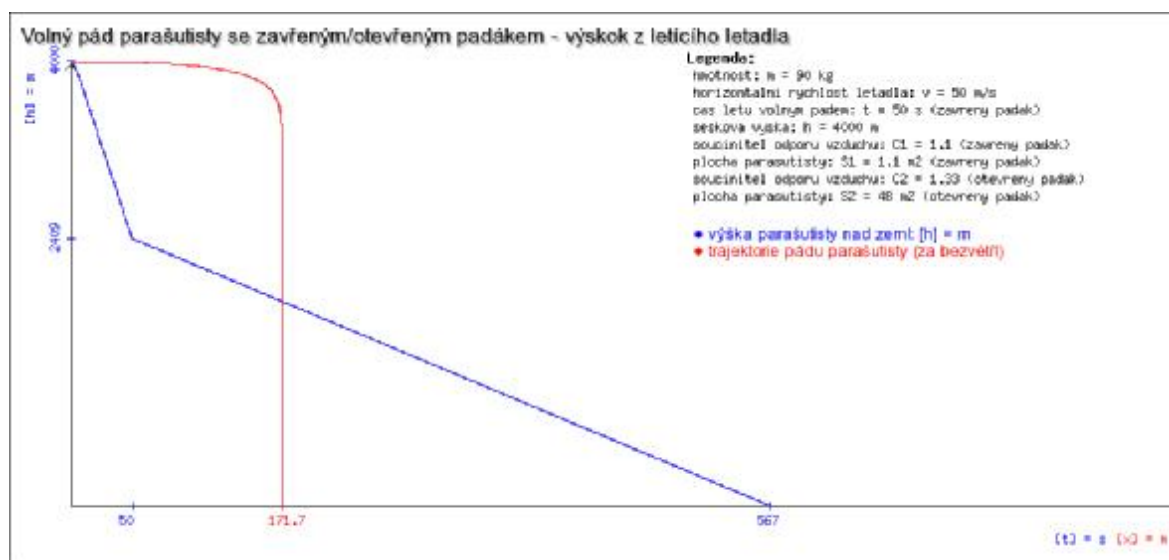
Obr. 5-24 Volný pád parašutisty se zavřeným/otevřeným padákem - výškok z balónu

5.3.4.2 Model: Volný pád parašutisty se zavřeným/otevřeným padákem - výskok z letícího letadla

Model studuje pohyb parašutisty po výskoku z letícího letadla. Jedná se vodorovný vrh tělesa v odporovém prostředí.

Lze modifikovat výšku seskoku, čas trvání volného pádu, hmotnost parašutisty a rychlost letadla.

Grafy znázorňují průběh výšky parašutisty nad zemí v čase a trajektorii parašutisty.



Obr. 5-25 Volný pád parašutisty se zavřeným/otevřeným padákem - výskok z letícího letadla

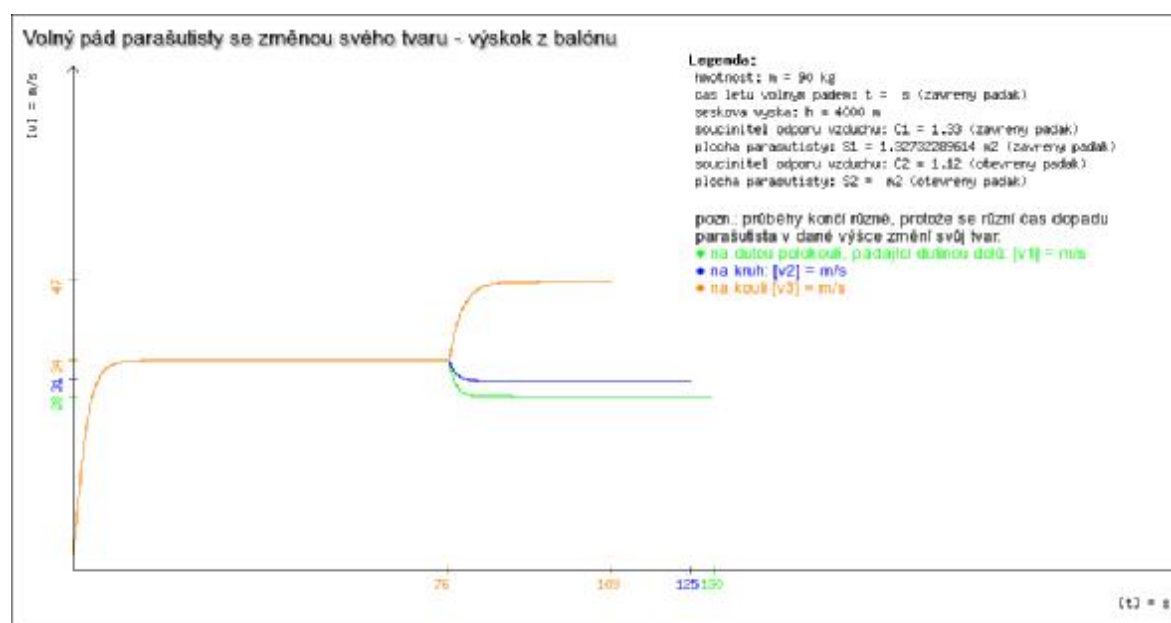
Z trajektorie parašutisty lze odvodit, v jaké vzdálenosti před místem dopadu musí parašutista opustit letadlo, aby za bezvětrí dopadl na určený bod.

5.3.4.3 Model: Volný pád parašutisty se změnou svého tvaru - výskok z balónu

Model studuje pohyb parašutisty po výskoku z letícího letadla, speciálně velikost kritické rychlosti pádu při změně tvaru parašutisty. Jedná se volný pád tělesa v odporovém prostředí.

Práce s vlastním tvarem těla během pádu využívají parašutisté při skupinové akrobacii.

Lze modifikovat výšku seskoku, výšku, ve které je otevřen padák a hmotnost parašutisty.



Obr. 5-26 Volný pád parašutisty se změnou svého tvaru - výskok z balónu

5.3.4.4 Model: Volný pád parašutisty se změnou obsahu padáku - výškok z balónu

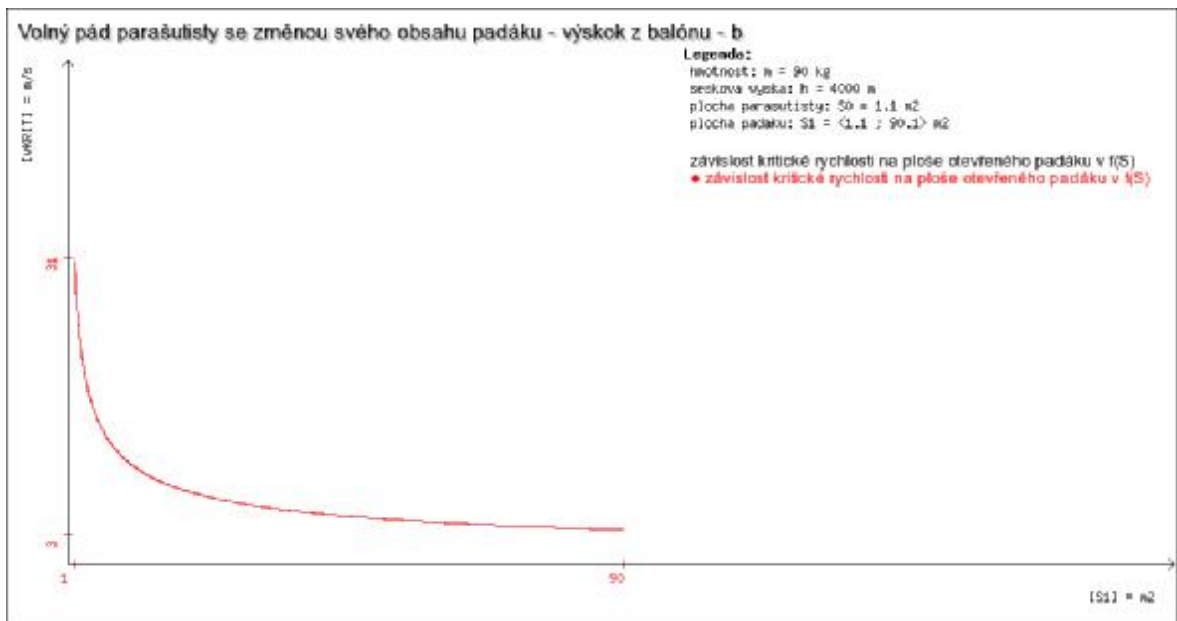
Model studuje pohyb parašutisty po výškoku z balónu, speciálně velikost kritické rychlosti pádu při změně velikosti plochy padáku. Jedná se volný pád tělesa v odporovém prostředí.

Model je rozdělen do dvou grafů, kde v prvním je zkoumána kritická rychlost pádu parašutisty v krajních mezích. Plocha padáku je v rozmezí $1,1 \text{ m}^2$ až $90,1 \text{ m}^2$. V druhém grafu je znázorněna závislost kritické rychlosti na ploše otevřeného padáku.

Lze modifikovat výšku seskoku, výšku, ve které je otevřen padák a hmotnost parašutisty.



Obr. 5-27 Volný pád parašutisty se změnou obsahu padáku - výškok z balónu - a



Obr. 5-28 Volný pád parašutisty se změnou obsahu padáku - výškok z balónu - b

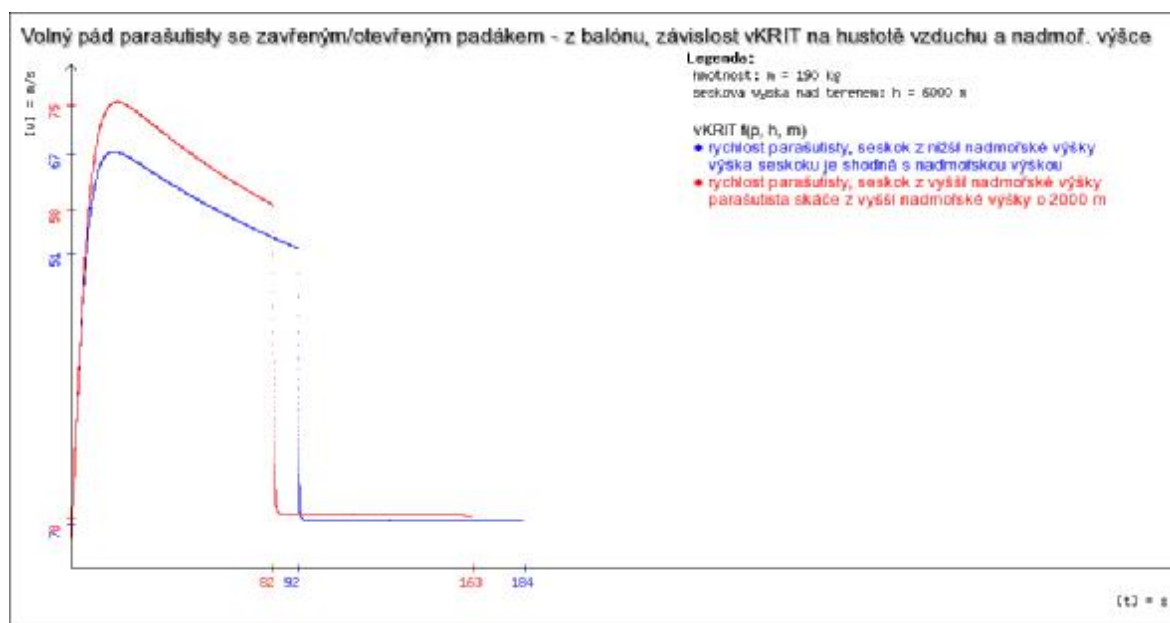
5.3.4.5 Model: Volný pád parašutisty se zavřeným/otevřeným padákem - z balónu, závislost vKRIT na hustotě vzduchu a nadmoř. výšce

Model studuje pohyb parašutisty po výskoku z balónu. Zaměřuje se na závislost velikosti kritické rychlosti pádu. Seskoky probíhají ze stejné výšky nad terénem, ale z různých nadmořských výšek. Rozdíl nadmořské výšky výskoků parašutisty je 2000 metrů.

V tomto případě je již uvažován vliv změny hustoty vzduchu s nadmořskou výškou. Čím je parašutista blíže k povrchu, tím je hustota vzduchu vyšší.

Jedná se volný pád tělesa v odporovém prostředí.

Lze modifikovat výšku seskoku, výšku, ve které je otevřen padák a hmotnost parašutisty.



Obr. 5-29 Volný pád parašutisty se zavřeným/otevřeným padákem - z balónu, závislost vKRIT na hustotě vzduchu a nadmořské výšce

Jak lze předpokládat, parašutista padající z vyšší nadmořské výšky má kritickou rychlost vyšší. Působí na něj nižší odporová síla prostředí v důsledku nižší hustoty vzduchu ve vyšších nadmořských výškách.

5.3.5 Shrnutí

Přesto, že tyto poslední modely jsou zaměřeny na parašutismus, mohou s nimi žáci pracovat i v jiných sférách. Obecný volný pád tělesa jím lze také namodelovat.

Z předložených modelů si tak žáci uvědomí, že v odporujícím prostředí padají tělesa s konečnou rychlostí. Tento fakt je často opomíjen.

6 Ovládání on-line rozhraní

Část práce zaměřena i na ovládání vytvořených modelů. Uživatelské rozhraní je jednoduché a lze se v něm snadno zorientovat. Zadávání hodnot se podobá tabulkovým procesorům. Hodnoty jsou zadávány do jednotlivých buněk. Uživatel musí pouze dbát na to, v jakých jednotkách zadává vstupní hodnoty. Jednotky vstupních veličin jsou uvedeny za každou buňkou pro vkládání číselné hodnoty.

Pro vykreslení obrázku modelu uživatel pracuje následujícím postupem:

- Zadá do libovolného prohlížeče adresu modelace.ic.cz.
- Zvolí jeden ze současně nabízených modelů
 - Hnací soustava bicyklu (pohled na převodový systém) 1.
 - Hnací soustava bicyklu (pohled na převodový systém) 2.
 - Hnací soustava bicyklu (pohled na převodový systém) 3.
 - Volba převodu podle stoupání kopce
 - Převod na bicyklu, rychlost cyklisty po rovině
 - Let (golfového) míče v odporovém prostředí s odrazem
 - Let (golfového) míče v odporovém prostředí - dolet v závislosti na elevačním úhlu
 - Let (golfového) míče v odporovém prostředí - dolet v závislosti na rotaci míče
 - Volný pád parašutisty se zavřeným/otevřeným padákem - výskok z balónu
 - Volný pád parašutisty se zavřeným/otevřeným padákem - výskok z letícího letadla
 - Volný pád parašutisty se změnou svého tvaru - výskok z balónu
 - Volný pád parašutisty se změnou svého obsahu padáku - výskok z balónu
 - Volný pád parašutisty se zavřeným/otevřeným padákem - z balónu, závislost v_{KRIT} na hustotě vzduchu a nadmořské výšce

- Zadá libovolné hodnoty z reálného života, jak je uvedeno na obrázku Obr. 6-1

Volba převodu podle stoupání kopce

Hmotnost cyklisty s kolem - $m =$ kg

Síla nohou - $F_{11} =$ N

Průměr kola - $d_{KOLO} =$ palce

Délka klik - $r_{11} =$ mm

Stoupání - $p =$ %

Počet zubů převodníku - $z_1 =$ zubů

Obr. 6-1 Zadávání hodnot do modelu

- Klikne na tlačítko „*Spočítat a vykreslit*“

Vykreslený obrázek může uživatel uložit do svého počítače:

- Na vykreslený obrázek klikne pravým tlačítkem a vybere z nabídky „*Uložit jako*“ nebo „*Uložit obrázek jako*“
- Vybere místo pro uložení obrázku
- Pojmenuje obrázek

7 Závěr

7.1 Přímé zkušenosti s nasazením prezentovaných modelů do výuky

S modely „*Hnací soustava bicyklu (pohled na převodový systém) 2. a 3.*“ jsem pracoval s žáky sedmých tříd na základní škole v kapitole „*Síly a jejich vlatnosti*“. Dle jejich překvapivých reakcí usuzuji, že si působení sil na tomto jednoduchém, a jimi často používaném, stroji dosud neuvědomovali. Nicméně ohlasy na tento model byly kladné.

Modely „*Volný pád parašutisty se zavřeným/otevřeným padákem - výskok z balónu*“ a „*Volný pád parašutisty se zavřeným/otevřeným padákem - výskok z letícího letadla*“ jsem aplikoval také v sedných ročnících v kapitole „*Pohyb těles*“. Poukázal jsem na kritickou rychlost padajících těles v odporujícím prostředí.

Model „*Let (golfového) míčku v odporovém prostředí s odrazem*“ jsem opět aplikoval v sedných ročnících, rovněž v kapitole „*Pohyb těles*“. Trajektorie letícího míčku s následným odrazem zaujala především žáky hrající tenis a odbíjenou.

Žáci oceňovali názornost, jednoduchost a stručnost zobrazovaných jevů. Hlavně přínos pro ně má dostupnost na internetu.

Na vysoké škole mohou být modely, jejich tvorba a editace nasazeny do předmětů „*FY2BP_POCF Počítače ve fyzice*“ a „*FY2MP_EL E-learning ve fyzikálním vzdělávání*“. Konkrétně tyto předměty jsou vyučovány na Katedře fyziky Pedagogické fakulty Masarickovy univerzity. Se studenty lze diskutovat zdrojový kód modelů a jeho následné modifikace. Jako výstup z předmětů by mohl každý student nebo skupina studentů vytvořit jeden nový model. Z prezentovaných modelů byl v předmětu „*FY2BP_POCF Počítače ve fyzice*“ studentům představen pouze model „*Let (golfového) míčku v odporovém prostředí s odrazem*“. Přijetí studentů lze srovnat s přijetím žáků. Závěr provedené diskuse lze shrnout do bodů:

- Modely lze považovat za vhodný způsob podpůrného prostředku ve výuce
- Vždy je nutný výklad učitele k zobrazovaným průběhům

7.2 Shrnutí výsledků

V rigorózní práci s názvem *Modelování fyzikálních jevů ve sportu* jsem předložil modely, které mohou požívat učitelé v různých fázích vyučovací jednotky během výuky, ale i žáci při domácí přípravě. Zpracoval jsem vzorové příklady, které vytvářejí mezipředmětové vazby.

Dále uvádím základní výčet možných aplikací, ve kterých lze provádět modelování fyzikálních jevů a dějů, rozbor obrázků a videa.

Vlastní modely jsou umístěny na internetu a jsou veřejně přístupné na adrese modelace.ic.cz.

Mimo tvorby obrázků a fyzikálních modelů v PHP se nabízejí také další technologie. Jednou z nich, která je pro prezentování výsledků jednotlivých modelovaných situací na webu vhodná, je AJAX (*Asynchronous JavaScript and XML*). Touto technologií jsem se však nezabýval, protože je náročnější na konstrukce zdrojového kódu, přesto se o ní krátce zmíním. Technologie AJAX pro tvorbu interaktivních webových aplikací umožňuje z webového prohlížeče komunikovat s webovým serverem a vyměňovat si s ním data, která se mohou ihned ukládat na serveru nebo naopak zobrazit u uživatele. Při použití AJAXu také není nutné opakovaně načítat obsah stránek. Načtou se pouze jednou a poté se již načítají pouze dynamicky měnící se data. To může mít za následek snížení zátěže serveru a celé sítě. Naopak, při nevhodné a nesprávné implementaci se zatížení serveru v důsledku vyššího počtu požadavků od uživatele může ještě zvýšit. Nevýhodou je ale větší složitost celých stránek a přechodu mezi nimi. Domnívám se, že pro žáky není tento systém vhodný, avšak určitě se najdou výjimky, kterým bude celková práce s tímto systémem vyhovovat. Další nevýhodou AJAXu, která je v dnešní době spíše jenom symbolická je nutnost používání grafického prohlížeče. Tuto funkci mají soudobé prohlížeče minimálně v základní verzi v sobě již implementovanou. S použitím AJAXu lze spojit i tvorbu obrázků ve formátu SVG.

Další fyzikální jevy vhodné pro modelování jsou

- Ohmův zákon
- teplotní roztažnost látek
- závislost odporu látky na teplotě
- změna vnitřního tepla v závislosti na teplotě
- rovnoměrný pohyb, rovnoměrně zrychlený pohyb
- hydrostatický tlak, hydrostatická tlaková síla

Pro žáky na základní škole by byl názorný model pro skládání sil stejným směrem, opačným směrem, ale hlavně různými směry.

Do vytvářených modelů lze implementovat mřížku s definovanými rozestupy, pro jednodušší orientaci a odečítání hodnot z modelu.

7.3 Přínosy práce

7.3.1 Teoretické přínosy práce

- Možnost uplatnění obsahu teoretické části v práci učitelů na základní a střední škole nebo nadanými studenty na základní a střední škole
- Vytváření a prohlubování mezipředmětových vazeb fyziky a ostatních předmětů (zeměpis, technická výchova, informatika, tělesná výchova)
- Probouzení zájmu žáků o sport hledáním informací, které lze doplnit do modelů - naplňování klíčové kompetence k řešení problémů podle RVP ZV

7.3.2 Praktické přínosy práce

- Vytvoření modelů fyzikálních jevů ve sportu, které jsou dostupné na veřejném webu modelace.ic.cz
- Zjednodušená dokumentace vybraných funkcí PHP s praktickou ukázkou použití
- Vytvoření přehledného fyzikálního pozadí nabízených modelů
- Podpora rozvoje žáků při práci s novými informacemi zpracovatelnými v počítači
- Získání jasné představy žáků o závislosti vybraných fyzikálních veličin na jiných
- Dovednost žáků objasnit jednotlivé situace prezentované modely
- Dovednost žáka porovnat změny průběhů dějů podle vstupních parametrů
- Akcelerace výuky fyziky
- Nezávislost modelů na platformě
- Krátký čas pro získání výsledku

8 Resumé

Rigorózní práce sleduje současné trendy ve vzdělávání na základních a středních školách. Nabízí učitelům on-line pracující modely vhodné pro zařazení do výuky. Hlavní předností těchto modelů, je nezávislost na platformě počítače, nepřetržitá dostupnost a možnost uložení obrázku do počítače.

Vytvořené modely jsou umístěny na internetu na veřejně přístupné adrese modelace.ic.cz.

Dalším prvkem pro aktivizaci výuky jsou řešené početní příklady ke každému zpracovanému sportovnímu odvětví.

V příloze práce (CD-ROM) jsou poskytnuty kompletní zdrojové kódy všech modelů včetně volně šiřitelného WAMP Serveru pro spuštění PHP prezentací.

9 Summary

The rigorous thesis study current trends in education at primary and secondary schools. Offering on-line working models suitable for inclusion into the teaching process to teachers. The main advantage of these models is the independence of the computer platform, continuous availability and the ability to save an image to the computer.

Constructed models are placed on the internet at the publicly accessible internet address modelace.ic.cz.

As an additional element for activation of teaching are solved examples for every elaborated sport sector.

The entire source codes of all models including free redistributable WAMP Server for running PHP presentations are provided in the work annexe (CD-ROM).

10 Použité zdroje

10.1 Literatura

- BÖHM, P., JERMÁŘ, J. Dataloggery ve výuce fyziky aneb Fyzika s Vernierem. In BOCHNÍČEK, Z. *Veletrh nápadů učitelů fyziky 14: konferenční sborník*. Brno : Masarykova univerzita, 2009. 274 s. ISBN 978-80-210-5022-8.
- BOROVÁ, B. *Míče, míčky a hry s nimi : soubor her pro děti ve věku od 4 do 9 let*. Praha : Portál, 2001. 153 s. ISBN 80-7178-538-5.
- BRADNA, M. *Automatizace fyzikálního experimentu*. Brno, 2001. 57 s. Diplomová práce.
- BRÁZA, J. *PHP 4 - praktické příklady*. Praha : Grada Publishing a.s., 2003. 224 s. ISBN 80-247-0441-2.
- BRÁZA, J. *PHP 5 : začínáme programovat*. Praha : Grada, 2005. 244 s. ISBN 80-247-1146-X.
- BROŽ, M. *Mistrovství v Microsoft Excel 2000 a 2002*. Praha : Computer Press, 2002. 648 s. ISBN 80-7226-809-0.
- BROŽ, M., BEZVODA, V. *Microsoft Excel : vzorce, funkce, výpočty*. Brno : Computer Press, 2006. 567 s. ISBN 80-251-1088-5.
- BURKE, E. *High-Tech cycling*. 2nd edition. [s.l.] : [s.n.], 2003. 319 s. ISBN 0-7360-4507-4.
- DVOŘÁK, L. *Famulus 3.1: Výukové programy I. Modely*. Praha : Computer Equipment, 1992a. 181 s.
- DVOŘÁK, L. *Famulus 3.5. Příručka uživatele*. Praha : Computer Equipment, 1992b. 310 s.
- DVOŘÁK, L. Pomocník pro vás: FAMULUS 3.1. *Matematika - fyzika - informatika*. 1992c, roč. 1, č. 5, s. 220. ISSN 1210-1761.
- EGER, L., BARTOŇKOVÁ, H. *Studijní texty v distančním vzdělávání*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2003. 64 s. ISBN 80-244-0755-8
- GILMORE, J. *Velká kniha PHP 5 a MySQL - kompendium znalostí pro začátečníky i profesionály*. Jan Pokorný. Brno : Zoner Press, 2005. 711 s. ISBN 80-86815-20-X.
- HAMSTER, R. *Golf : vybavení, pravidla, etiketa, hra a technika*. Čestlice : Rebo, 2007. 159 s. ISBN 978-80-7234-703-2.
- HOSNEDL, J. Využití počítačů ve výuce fyziky. In *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 2: konferenční sborník*. Plzeň : Západočeská univerzita Plzeň, 2005. ISBN 80-7043-418-X.
- HRUBÍŠEK, I. *Horské kolo od A do Z*. Praha : Sobotáles, 2002. 316 s. ISBN 80-85920-86-7.

- JANALÍK, J. *Obtékání a odpor těles*. Ostrava : VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, 2008. 108 s. ISBN 978-80-248-1911-2.
- JANALÍK, J. *Vybrané kapitoly z mechaniky tekutin*. Ostrava : VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, 2008. 178 s. ISBN 978-80-248-1910-5.
- JANÁŠ, J. *Kapitoly z didaktiky fyziky*. Brno : Vydavatelství MU, 1996. 121 s., 25. ISBN 80-210-1334-6.
- KAINKA, B., BERNDT, H. *Využití rozhraní PC pod Windows : měření, řízení a regulace pomocí standardních portů PC*. Ostrava : HEL, 2000. 151 s. ISBN 80-86167-13-5.
- KAŠPAR, E., JANOVIČ, J., BŘEZINA, F. *Problémové vyučování a problémové úlohy ve fyzice*. 1. vyd. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, n. p., 1982. 364 s.
- KOHOUT, V. Famulus – programový systém pro podporu výuky. *Školská fyzika* [online]. 2000, roč. 6 [cit. 2010-01-15]. ISSN 1211-151.
- KONÍČEK, L. *Počítačem podporovaná výuka a experiment*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2003. ISBN 80-7042-965-8.
- KOSEK, J. *PHP – tvorba internetových aplikací*. Praha : Grada Publishing, spol. s r. o., 1998. 490 s. ISBN 80-7169-373-1.
- KREIDL, M. *Měření teploty - senzory a měřící obvody*. Praha : BEN - technická literatura, 2005. 239 s. ISBN 80-7300-145-4.
- KRUŽÍK, M. *Sbírka úloh z fyziky pro žáky středních škol*. Praha : SPN, 1978. 336 s.
- LANDAU, L., KITAJGORODSKIJ, A. *Fyzika pro každého : /mechanika / termika/*. Vladimír Malíšek. Praha : Nakladatelství Socialistické akademie ČSR, 1975. 292 s.
- LEPIL, O. Calc602 - pomocník učitele fyziky. *Matematika - fyzika - informatika*. 1996a, roč. 6, č. 10, s. 539. ISSN 1210-1761.
- LEPIL, O. *Demonstrujeme kmity netradičně*. Praha : Prométheus, 1996b. 56 s. ISBN: 80-7196-028-4.
- LEPIL, O. Letíme na Měsíc s FAMULEM. *Matematika - fyzika - informatika*. 1996c, roč. 5, č. 7, s. 359. ISSN 1210-1761.
- LEPIL, O. Modelování dějů v elektrických obvodech. *Matematika - fyzika - informatika*. 2001, roč. 10, č. 10, s. 603. ISSN 1210-1761.
- LEPIL, O. Videoanalýza fyzikálních dějů. In SLÁDEK, P., SVOBODOVÁ, J. *Veletrh nápadů učitelů fyziky 9: konferenční sborník*. Brno : Paido, edice pedagogické literatury, 2004. ISBN 80-7315-084-0.
- LEPIL, O., RICHTEREK, L. *Dynamické modelování*. Olomouc : Repronis, 2007. 160 s. ISBN 978-80-7329-156-3.
- MACHOVÁ, M. *Jízdní kolo ve vyučování fyzice*. Brno, 1995. 82 s. Diplomová práce.

- MAŇÁK, J., ŠVEC, V. *Výukové metody*. 1. vyd. Brno : Paido, 2003. 219 s. ISBN 80-7315-039-5.
- MARJÁN, J. *Základy cyklistické fyziky : Základní prvky techniky jízdy na kole. VELO*. 2008, 1, s. 26-31.
- MAZÁK, E. *Počítačová výuka*. Praha: ČVUT, 1991. ISBN 80-01-00529-1.
- MCCOLL, G. *Golf basics*. Hamlyn, 2005. 128 s. ISBN 978-0600612353.
- MICZÁN, M., NOŽIČKA, J., ŠAFAŘÍK, P. Aerodynamický odpor při obtékání golfového míčku. In *Colloquium FLUID DYNAMICS 2007*. Praha : 2007. 15 s.
- MUŽÍK, V., et al. *Tělesná výchova a sport na základních a středních školách*. Brno : PdF Masarykovy univerzity, 1996. 246 s. ISBN 80-210-1480-6.
- NAKONEČNÝ, M. *Úvod do psychologie*. Praha : Academia nakladatelství Akademie věd České republiky, 2003. 507 s. ISBN 80-200-0993-0.
- NAVRÁTIL, P. *Jízdní kolo ve výuce fyziky*. Brno, 2008. 40 s. Bakalářská práce.
- NOVOSAD, J., et al. *Základy sportovního tréninku*. Olomouc : Univerzita Palackého, 1998. 49 s. ISBN 80-7067-937-9.
- PAWERA, L. *Dálkově řízený fyzikální experiment*. Brno, 2009. 89 s. , 12. Diplomová práce.
- PAWERA, L. *Fyzikální experimenty s integrovanými školními měřicími, modelovacími a řídicími systémy*. Brno, 2007. 43 s. Bakalářská práce.
- POKORNÝ, M. *Digitální technologie ve výuce 1. díl*. Kralice na Hané : Computer Media, 2009a. 72 s. ISBN 978-80-7402-012-4.
- POKORNÝ, M. *Digitální technologie ve výuce 2. díl*. Kralice na Hané : Computer Media, 2009b. 80 s. ISBN 978-80-7402-013-1.
- POLÁK, Z., ŠEDIVÝ, P. *Vrhy : Studijní text pro řešitele FO č. 46*. Hradec Králové. 2002. 32 s.
- POTTER, F., PECK, Ch.. *Dynamic Models in Physics: A Workbook of Computer Simulations Using Electronic Spreadsheets : Mechanics*. [s.l.] : N Simonson & Co, 1989. 400 s. ISBN 0962255610.
- PROKOP, Marek. *CSS pro webdesignery : kaskádové styly pro webdesignery*. Praha : Mobil Media, 2003. 288 s. ISBN 80-86593-35-5.
- ROSEBROCK, E., FILSON, E. *Linux, Apache, MySQL a PHP : instalace a konfigurace prostředí pro pokročilé webové aplikace*. Karel Voráček. [s.l.] : [s.n.], 2005. 344 s. ISBN 80-247-1260-1.
- ŘEPKA, M., et al. *Sportovní parašutismus*. Praha : Naše vojsko, nakladatelství a distribuce knih, n. p., 1980. 256 s.

- ŘEZÁČ, J. *Sociální psychologie*. Brno : Paido, 1998. 268 s. ISBN 80-85931-48-6.
- SCHLOSSNAGLE, G. *Pokročilé programování v PHP 5*. Jan Gregor a kol.. Brno : Zoner Press, 2004. 640 s. ISBN 80-86815-14-5.
- SIROVICH, J., DARIE, C . *SEO v PHP : programujeme profesionálně*. Ondřej Žížka. Brno : Computer Press, 2008. 380 s. ISBN 978-80-251-2083-5.
- SKLAR, D. *PHP 5 - moduly, rozšíření a akcelerátory*. Jan Pokorný. 1. vyd. Brno : Zoner Press, 2005. 341 s. ISBN 80-86815-19-6.
- SKŘIČKA, J. Garmin trénink s 6. mužem OH 2008 Christophem Soukupem. *Merida Life*. 2009, č. 1, s. 14-15.
- SODOMKA, L., et al. *Základy fyziky pro aplikace*. Liberec : Adhesiv, 2007. 315 s. ISBN 978-80-254-0153-8.
- SOVRAN, G., MOREL, T., MASON, W. *Aerodynamic Drag Mechanisms of Bluff Bodies and Road Vehicles*. New York : Plenum, 1978. ISBN 0-306-31119-4.
- STANĚK, M. PASCO – experimentální platforma pro výuku fyziky. In BOCHNÍČEK, Z. *Veletrh nápadů učitelů fyziky 14: konferenční sborník*. Brno: Masarykova univerzita, 2009. 274 s. ISBN 978-80-210-5022-8.
- STRACH, J. Využití počítačů ve výuce. In ŠIMONÍK, O. *Vybrané kapitoly z obecné didaktiky*. Brno: PdF MU, 1996.
- ŠEDIVÝ, P. Modelování pohybů numerickými metodami : Studijní text pro řešitele FO č. 38. Hradec Králové. 1999. 38 s.
- ŠIMONÍK, O. *Úvod do didaktiky základní školy*. Brno : MSD spol. s.r.o., 2005. 140 s. ISBN 80-86633-33-0.
- TEODORO, Vitor. *Modellus: Learning Physics*. Lisboa, 2002. 248 s. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Dizertační práce.
- TROJAN, M. *Využití počítače ve vyučování*. Brno, 2006. 49 s. Bakalářská práce.
- TŮMA, Z., KESSNER, P. *Zajímavé otázky z fyziky 1.díl : Mechanika, Molekulová fyzika*. Třebíč : Rybníček Drahomír, 1997. 196 s.
- UHLÍK, J. Fyzika na kole : Fyzikální zákony nás mají ve své moci. *VELO*. 2005, 10, s. 18-23.
- VÁLEK, J. *Možnosti využití tabulkového procesoru v přírodovědné výuce*. Brno, 2007. 53 s. Bakalářská práce.
- VANÍČEK, J. Počítačem podporovaná výuka. In *Přednášky z didaktiky informatiky a výpočetní techniky*. 2004. 5 s.
- VÁVRA, P., et al. *Strojnické tabulky : pro SPŠ nestrojnické*. Praha : SNTL - nakladatelství technické literatury, n. p., 1982. 384 s.

VOLF, I., ŠEDIVÝ, P. Pohyb tělesa v odporujícím prostředí: Studijní text pro řešitele FO
č. 17. Hradec Králové. 1995.

VRBA, J., VŠETULOVÁ, M. *Multimediální technologie ve vzdělávání*.
Olomouc: Vydavatelství UP, 2003. ISBN 80-244-0562-8.

ZAPAWA, T. *Microsoft Excel : získávání, analýza a prezentace dat*. David Krásenský,
Jaroslav Černý. Brno : Computer Press, 2007. 430 s. ISBN 978-80-251-1535-0.

ŽÁRA, J., BENEŠ, B., FELKEL, P. *Moderní počítačová grafika*. Praha : Computer Press,
1998. 448 s. ISBN 80-7226-049-9.

ŽORNIK, D., et al. *Učebnice parašutismu : Teorie a praxe parašutistického sportu*. Ctibor
Čejpa. Praha : Naše vojsko, 1961. 231 s.

10.2 Elektronické zdroje

- Aktualizácia a skvalitnenie výučby fyziky na stredných školách s využitím informačných technológií s dôrazom na ďalšie vzdelávanie učiteľov* [online]. 2005 [cit. 2009-11-17]. Dostupný na Internetu: <http://physedu.science.upjs.sk/ipcoach_webstranka/aktivity.htm>.
- BENDL, J. *Obrázky a PHP - práce s textem a rozměry* | *Interval.cz* [online]. 2003 [cit. 2009-04-16]. Dostupný na Internetu: <<http://interval.cz/clanky/obrazky-a-php-prace-s-textem-a-rozmary/>>.
- BOUČEK, L. *One-golf : Handicap* [online]. 2008 [cit. 2010-01-25]. Dostupný na Internetu: <<http://www.one-golf.cz/?language=1&action=page&page=87>>.
- BUREL, D. *Grafy, grafy, grafy... a jak na ně v PHP* [online]. 2008 [cit. 2009-07-03]. Dostupný na Internetu: <<http://programujte.com/?akce=clanek&cl=2007122800-grafy-grafy-grafy-a-jak-na-ne-v-php>>. ISSN 1801-1586.
- BUREL, D. *Úvod do práce s knihovnou GD v PHP* [online]. 2008 [cit. 2009-11-23]. Dostupný na Internetu: <<http://programujte.com/?akce=clanek&cl=2008010402-uvod-do-prace-s-knihovnou-gd-v-php>>. ISSN 1801-1586.
- Co je to golf? / Na vzduchu - cyklo & golf & spol.* [Andrej Halada] [online]. 2009 [cit. 2009-05-30]. Dostupný na Internetu: <<http://www.navzduchu.cz/golf/zakladni-pojmy-golfu/co-je-to-golf>>.
- Drag coefficient - Wikipedia, the free encyclopedia* [online]. 2010 [cit. 2010-01-12]. Dostupný na Internetu: <http://en.wikipedia.org/wiki/Drag_coefficient>.
- FERENC, P. *Projekty SIPVZ Gymnázia Olomouc-Hejčín 2005/2006* [online]. 2006a-11-28 [cit. 2010-02-02]. Pohyb rotujícího míče. Dostupné na Internetu: <<http://projektysipvz.gytool.cz/ProjektySIPVZ/Default.aspx?uid=744>>.
- FERENC, P. *Projekty SIPVZ Gymnázia Olomouc-Hejčín 2005/2006* [online]. 2006b-11-28 [cit. 2010-02-02]. Pohyb nerotujícího míče. Dostupné na Internetu: <<http://projektysipvz.gytool.cz/ProjektySIPVZ/Default.aspx?uid=745>>.
- Golf, PAR a HCP | Kořenec Golf & Ski Resort* [online]. 2010 [cit. 2010-01-12]. Dostupný na Internetu: <<http://www.sokrates-golf.cz/fx/cz/313/golf-par-hcp.html>>.
- Golf-start.cz > Slovníček golfových pojmů* [online]. 2010 [cit. 2010-01-08]. Dostupný na Internetu: <<http://www.golf-start.cz/web/cz/slovnicek-golfovych-pojmu/>>.
- Impact - Tandemový seskok padákem Praha - Tandemové seskoky za 3000 Kč letiště Kolín, Paraškola Impact* [online]. 2009 [cit. 2009-14-11]. Dostupný na Internetu: <<http://www.paraskolaimpact.cz>>.
- Informatika (počítačová věda) - Wikipedie, otevřená encyklopedie* [online]. 2009 [cit. 2009-12-03]. Dostupný na Internetu: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Informatika_%28po%C4%8D%C3%ADta%C4%8Dov%C3%A1_v%C4%9Bda%29>.

- Internet - Wikipedie, otevřená encyklopedie* [online]. 2009 [cit. 2009-12-03]. Dostupný na Internetu: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/internet>>.
- JELÍNEK, Jan. *KADENCE* [online]. 2006 [cit. 2009-10-12]. Dostupný na Internetu: <http://www.3athlon.com/seminarni_prace/kadence.htm>.
- KALAKAY, R. *ŠIS fyzika - modelovanie : MODELOVANIE VO FYZIKE* [online]. 2001 [cit. 2009-07-01]. Dostupný na Internetu: <<http://kekule.science.upjs.sk/fyzika/modellus/index.htm>>.
- KAŠINA, O. *Časopis Golf - ZLEPŠETE SVÉ SKÓRE* [online]. 2005 [cit. 2010-02-02]. Dostupný na Internetu: <<http://www.casopisgolf.cz/c-848-zlepsete-sve-skore.html>>. ISSN 1802-6141.
- KRYNICKÝ, M. *Počítačové učebnice matematiky a fyziky pro gymnázia* [online]. 2009 [cit. 2010-01-02]. Dostupný na Internetu: <<http://www.ucebnice.krynicky.cz/>>.
- Merida Bikes | Matts TFS XC 500-V* [online]. 2009 [cit. 2009-07-14]. Dostupný na Internetu: <<http://www.merida-bike.cz/prodej/matts-tfs-xc-500-v-09>>.
- Míč - Wikipedie, otevřená encyklopedie* [online]. 2010 [cit. 2010-12-02]. Dostupný na Internetu: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/M%C3%AD%C4%8D>>.
- MIERKE, K. *Cycling Cadence and Pedaling Economy* [online]. 2005 [cit. 2010-01-15]. Dostupný na Internetu: <<http://www.trifuel.com/training/bike/cycling-cadence-and-pedaling-economy>>.
- PASCO - Senzory pro fyzikální experimenty* [online]. 2009 [cit. 2009-15-03]. Dostupný na Internetu: <http://www.pasco.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=121&Itemid=98>.
- PHP: Hypertext Preprocessor* [online]. 2001 [cit. 2009-06-04]. Dostupný na Internetu: <<http://www.php.net>>.
- Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* [online]. 2007 [cit. 2009-07-20]. Dostupný na Internetu: <<http://www.vuppraha.cz/clanek/110>>.
- ROŽSYPAL, P. *Obrázky v PHP -- Knihovna PHP -- Interval.cz* [online]. 2008 [cit. 2009-04-17]. Dostupný na Internetu: <<http://php.interval.cz/clanky/obrazky-v-php/>>. ISSN 1212-8651.
- Sicyon = freeware scientific (VBScript/JScript) calculator + database + units conv. + solver* [online]. 2009 [cit. 2009-19-11]. Dostupný na Internetu: <<http://www.sicyon.com>>.
- SLÁDEK, Petr. *Jednoduché pokusy pro stanovení úspor v domácnosti. Školní vzdělávací programy* [online]. 2006 [cit. 2009-08-20]. Dostupný na Internetu: <<http://svp.muni.cz/download.php?docId=82>>.

SLATINSKÝ, L. *Může mít wattmetr přínos i pro hobíka, E Triatlon - triatlonový magazín* [online]. 2008 [cit. 2009-07-15]. Dostupný na Internetu: <http://www.etriatlon.cz/material/19616_muze_mit_wattmetr_prinos_i_pro_hobika.html>.

Slovník skydiverských výrazů - Slovník - 4000.cz - sportovní parašutismus, tandemové seskoky, AFF, parašutistický výcvik [online]. 2009 [cit. 2009-02-11]. Dostupný na Internetu: <<http://www.4000.cz/slovník.html>>.

Systém IP-Coach - Co je IP-Coach? [online]. 2005 [cit. 2009-08-01]. Dostupný na Internetu: <<http://vydra.troja.mff.cuni.cz/bobo/ipcoach/popiscoach.cz>>.

Tour de France 2009 - Stage by stage : stage 20 - Montélimar > Mont Ventoux > 167 km [online]. 2009 [cit. 2009-12-22]. Dostupný na Internetu: <http://www.letour.fr/2009/TDF/LIVE/us/2000/etape_par_etape.html>.

Trénink výkonnosti pomocí výkonu [online]. 2008 [cit. 2009-12-22]. Dostupný na Internetu: <http://www.cycleops.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=37>.

TRNA, J. *Žákovské prekoncepce ve výuce fyziky. Školní vzdělávací programy* [online]. 2006 [cit. 2009-08-20]. Dostupný na Internetu: <<http://svp.muni.cz/download.php?docId=297>>.

VELMOVSKÁ, K. *Fyzikálne úlohy a tvorivosť : Fyzikálne Listy 3/99* [online]. 2002 [cit. 2009-09-23]. Dostupný na Internetu: <http://www.ddp.fmph.uniba.sk/fl/99_3/fl99_3.html>.

Vernier CZ - seznam produktů [online]. 2009 [cit. 2009-16-03]. Dostupný na Internetu: <<http://www.vernier.cz/katalog/seznam>>.

11 Seznam příloh

1. Příloha 1 - Katalogový list jízdního kola Merida Matts TFS XC 500-V (2009)
2. Příloha 2 - Tabulka převodů pro jízdní kolo Merida Matts TFS XC 500-V (2009)
3. Příloha 3 - Pokles hustoty vzduchu s rostoucí nadmořskou výškou

Příloha 1 - Katalogový list jízdního kola Merida Matts TFS XC 500-V (2009)

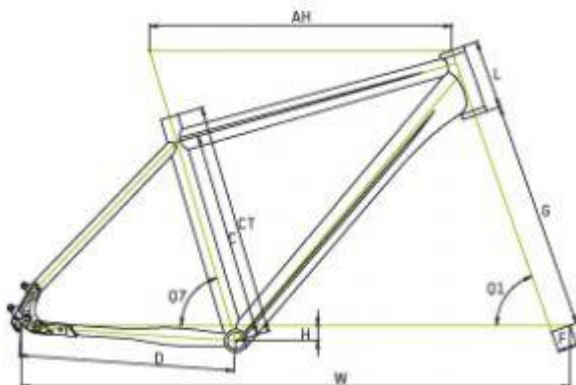
(Merida Bikes | Matts TFS XC 500-V, 2009)

Parametry

Počet rychlostí:	27
Velikosti:	14,5/ 16/ 18/ 20/ 22/ 24/ 16L/ 18L/ 20L
Rám:	MATTS TFS-Comp-V (2009)
Vidlice:	Mission XC LO 80
Hlavové složení:	M10 Neck
Brzdové páky:	Avid FR5
Středové složení:	Shimano ES25 Octalink
Kliky s převodníky:	Shimano M442 octa 44A-32-22
Řazení přední/zadní:	Shimano Deore rapidfire
Řetěz:	Shimano CN-HG53
Kazeta:	Shimano CS-HG50-9 11-32
Ráfky:	Mavic XM117 BK/NC
Pláště:	MERIDA RACE 2.1
Barva:	1. Silk matt black 2. Shiny dark silver 3. Matt olive green
Brzda přední/zadní:	Avid SD5R
Měnič přední/zadní:	Shimano Deore/Shimano XT Top Normal
Náboj přední/zadní:	Shimano M475 disc
Řídítka:	XM Comp CEN 31.8 Flat
Představec:	XM Comp OS CEN
Sedlo:	TFS mat
Sedlovka:	XM Speed CEN SB20 31.6
Pedály:	XC Alloy
Hmotnost:	12,8 kg
Původní cena:	18 490 Kč
Vaše cena:	14 490 Kč

Právo na změnu specifikací, designu a cen vyhrazeno.

Geometrie



Velikost

CT 14,5" 16" 18" 20" 22" 24"

Horní rámová trubka (mm)

AH 550 570 590 605 615 624

Sedlová trubka (mm)

C 313 352 406 455 504 555

Rozteč zadních patek (mm)

135 135 135 135 135 135

Délka zadní stavby (mm)

D 420 420 420 420 420 420

Úhel hlavové trubky

Q1 70.5 70.5 70.5 70.5 70.5 70.5

Úhel sedlové trubky

Q7 75 73.5 73.5 73 73 72.5

Posazení střed. složení (mm)

H 30 30 30 30 30 30

Šířka středové mufny (mm)

73 73 73 73 73 73

Rozvor kol (mm)

W 1047 1052 1072 1082 1092 1097

Předsazení vidlice (mm)

F 38 38 38 38 38 38

Hlavová trubka (mm)

L 120 125 135 145 155 170

Délka vidlice

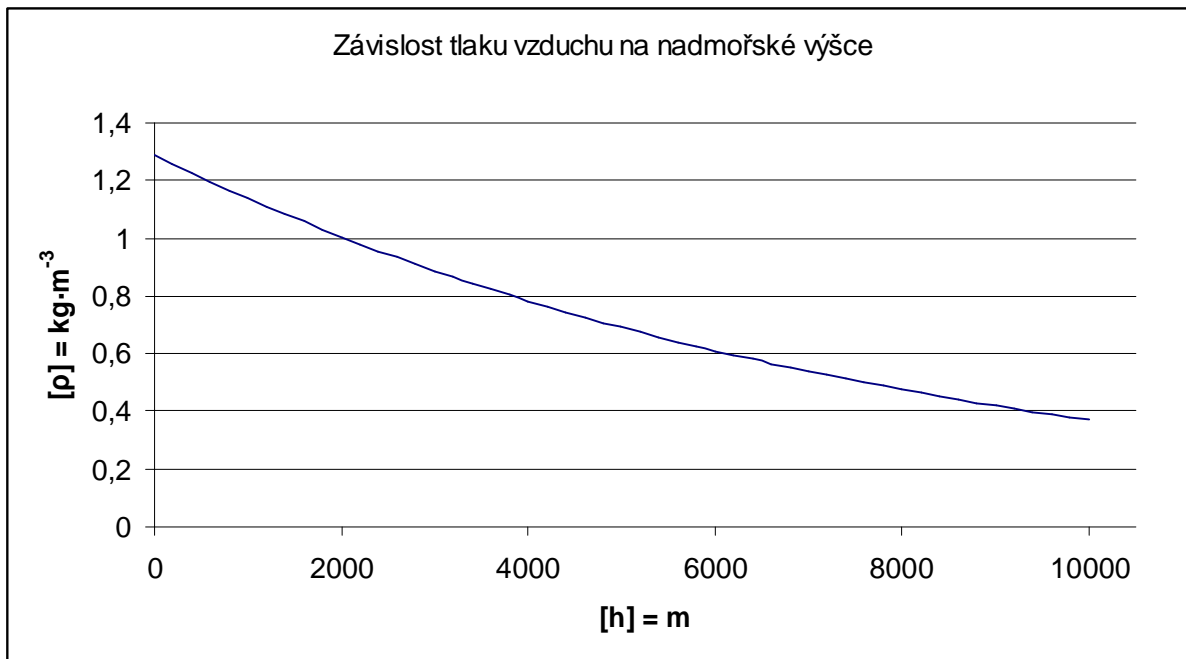
G 450 450 450 450 450 450

Příloha 2 - Tabulka převodů pro jízdní kolo Merida Matts TFS XC 500-V (2009)

		pastorek									
		počet zubů	11	12	14	16	18	21	24	28	32
převodník	22	2,00	1,83	1,57	1,38	1,22	1,05	0,92	0,79	0,69	
	32	2,91	2,67	2,29	2,00	1,78	1,52	1,33	1,14	1,00	
	44	4,00	3,67	3,14	2,75	2,44	2,10	1,83	1,57	1,38	

Tabulka 1 Tabulka převodů pro jízdní kolo Merida Matts TFS XC 500-V (2009)

Příloha 3 - Pokles hustoty vzduchu s rostoucí nadmořskou výškou



Graf 1 Závislost tlaku vzduchu na nadmořské výšce